REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention de diplôme de
Master en Ecologie

Thème

Contribution à l'étude comparative de l'effet de deux aliments (témoin et fabriqué) sur la croissance d'un poisson d'eau douce «Tilapia du Nil» (*Oreochromis niloticus*) au niveau de la ferme «Titteri Aquacole» -Médéa.

Présenté par

Melle Abdellaoui Meriem & Melle Lameri Roumaissaa.

Devant le jury composé de

Mme NABI .F	**M.C.A**	**Univ. Médéa**	**Présidente**
Mr BELHADJ.H	**M.C.B**	**Univ. Médéa**	**Promoteur**
Mr BOUDJEBBOUR. A	**M.C.B**	**Univ. Médéa**	**Co-promoteur**
Mr MASMOUDI. M	**M.C.B**	**Univ. Médéa**	**Examinateur**

Année universitaire**:** 2021/2022.

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions ***ALLAH***
qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce travail.

Nos sincères remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre promoteur ***Mr. BELHADJ HICHEM*** *d'avoir accepté de nous encadré sur ce thème, avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et son aide durant toute la période du travail.*

Nous remercions également le Co –promoteur ***Mr BOUDJEBBOUR A.,*** *pour sa grande contribution pour la réalisation de ce travail.*

On adresse aussi nos vifs remerciements aux membres de jury : ***Mme NABI F. et Mr MESMOUDI M.*** *pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.*

On tient à remercie aussi ***Mr BENKORTBI A.,*** *le Directeur de la ferme « Titeri Aquacole » Benchicao - Médéa qui nous a ouvert les portes de sa ferme pour réaliser ce travail.*

Enfin un grand merci à ***Mme CHEMLLI*** *Ingénieur en aquaculture pour son aide, encouragement et les conseils qu'elle nous a apportée.*

Dédicace

Je dédie ce mémoire:

*A **mon très cher père***
pour son soutien et encouragement durant ces années d'études.
qu'il trouve là, le Fruit de ses efforts ainsi que toute ma gratitude et ma reconnaissance.

*A **ma chère mère**, pour ses prières, ses conseils et son soutien constant.*
Qu'elle trouve dans ce document la récompense de ses nombreux sacrifices.

*A ma chère sœur **Fatima** pour son soutien moral et ses conseils précieux tout au long de mes études. ainsi que mes frères:*
***Belkacem, Ilyes et Fouzi** qu'ils m'avez toujours soutenu et encouragé*
durant ces années d'études.
*A mon chère binôme **Roumaissaa** ainsi que toute sa famille, je leurs souhaite tout le bonheur du Monde*

A tous ceux que j'aime, A tous ceux qui m'aiment.



MERIEM

Dédicaces

Quoi de plus beau que de pouvoir partager les meilleurs moments de sa vie avec les êtres qu'on aime.

Arrivé au terme de mes études j'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail

A l'âme de ***mon cher Père*** *.Qui m'a toujours soutenu, qui a sacrifié sa vie pour notre bien, qui s'est privé de tous pour répondre à nos besoins. Aucun mot ne saurait exprimer tout mon amour, ma gratitude et ma profonde reconnaissance.*

J'espère que tu habites le paradis.

A celle qui m'a toujours entouré de tendresse. A ***ma chère mère*** *qui a éclairé ma route par ses prières ; son amour et son soutien au long de mes études*

A mes chères sœurs

A toute ma famille

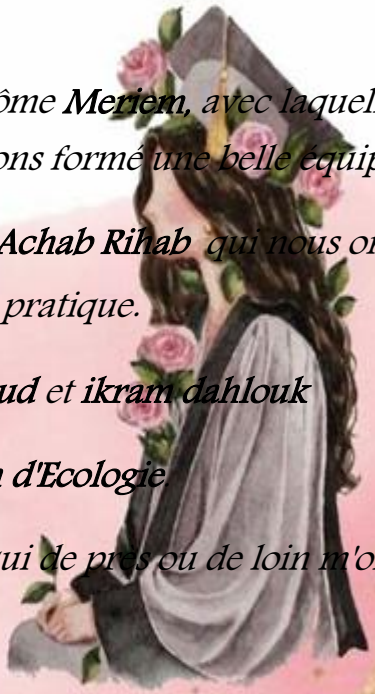
Je souhaite personnellement remercier mon binôme ***Meriem,*** *avec laquelle j'ai pris beaucoup de plaisir à travailler. Nous avons formé une belle équipe.*

Un grands merci à mes collègues ***Dairi Widad*** *et* ***Achab Rihab*** *qui nous ont aidé dans l'échantillonnage et la pratique.*

A toutes mes amis surtout imene ben daoud *et* ***ikram dahlouk***

A mes collègues de la promotion d'Ecologie.

Enfin je dédie ce travail à toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont apporté leur aide.



Roumaissaa.

ملخـــص

أجريت دراستنا على مستوى مزرعة تربية المائيات (تيطري اكواكول) الكائنة في بن شيكاو ولاية المدية من 1مارس إلى 17 ماي 2022 (78 يومًا).

الهدف الرئيسي من دراستنا هو تحسين نمو الأسماك من أجل الوصول إلى أقصى وزن في وقت محدود، وذلك بمقارنة غذاء يعتمد على مسحوق السمك في صناعته مع غذاء تم صناعته على أساس بروتينات نباتية وتقييم تأثير هذا الغذاء على معايير تربية الحيوانات.

أوضحت النتائج أن المعايير الفيزيائية والكيميائية للماء كانت طبيعية الا أن الاكسجين نسبته كانت قليلة وغير كافية لتحسين نسبة تكاثر الاسماك.

علاوة على ذلك، كان أداء النمو متفوقًا بشكل عام في ذكور الأسماك مقارنةً بإناث الأسماك. ومع ذلك، فإن الذكور الذين تغذوا على النظام الغذائي للمزرعة (بروتين حيواني) أعطوا أوزانًا وأحجامًا أكبر من الأسماك التي تغذت على النظام الغذائي الاختباري (بروتين نباتي). كما تم الحصول على نفس النتائج بالنسبة للإناث.

الكلمات المفتاحية: البلطي النيلي، المعايير الفيزيائية والكيميائية للماء، معايير تربية الحيوانات، غذاء، بروتين نباتي، مزرعة التيطري لتربية المائيات، المدية .

Résumé

Notre étude a été menée au niveau de la ferme « TITTERI AQUACOLE » située à Benchicao (Wilaya de Médéa) du 01 mars au 17 mai 2022 (78 jours).

L'objectif principal de notre étude est d'améliorer la croissance des poissons d'*Oreochromis niloticus* afin d'atteindre un poids maximal dans un temps limité. A cet effet la méthode proposée est basé sur une comparaison entre un aliment témoin (aliment de la ferme) à base de farine de poisson et un aliment testé (fabriqué) majoritairement végétale et d'évaluer l'effet de cet aliment sur certains paramètres zootechniques.

Les résultats obtenus montrent que les facteurs physico-chimiques (Température, pH, conductivité, salinité) des eaux d'élevage ont été conformes aux normes d'élevage, sauf pour l'oxygène dissous qui n'était pas satisfaisant ce qui pourrait affecter les taux de croissance.

Par ailleurs, les performances de croissance étaient globalement supérieures chez les poissons mâles par rapport aux poissons femelles. Cependant, les mâles alimentés par l'aliment de la ferme ont donné des poids et des tailles plus importants que les poissons mâles alimentés par l'aliment testé. Les mêmes résultats ont étaient obtenus pour les femelles.

Mot clés: *Oreochromis niloticus*, paramètres physicochimiques de l'eau, paramètres zootechniques, aliments, protéines végétales, « Titteri aquacole » - Médéa.

Abstract

Our study was conducted at the "TITTERI AQUACOLE" farm in Benchicao (Wilaya de Médéa) from March 01 to May 17, 2022 (78 days). The main objective of our study is to improve the growth of Oreochromis niloticus fish in order to reach a maximum weight in a limited time. To this end, the proposed method is based on a comparison between a control feed (farm feed) based on fish meal and a feed tested (manufactured) mainly vegetable and to evaluate the effect of this feed on certain zootechnical parameters.

The results obtained show that the physico-chemical factors (temperature, pH, conductivity, salinity) of the rearing waters complied with the rearing standards, except for the dissolved oxygen which was not satisfactory, which could affect the rate of growth.

Moreover, growth performance was generally superior in male fish compared to female fish. However, males fed the farm diet gave greater weights and sizes than male fish fed the test diet. The same results were obtained for the females.

***Key Words*:** *Oreochromis niloticus*, physicochemical parameters of water, zootechnical parameters, food, vegetable proteins, “Titteri aquacole”, Médéa.

Liste des abréviations

AAI	Acide aminé insaturé
ADB	Asian development bank
A.G.I	Acide gras insaturé
C .F	Direction de la conservation des forêts de la wilaya de Médéa
CNRDPA	Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture
D.E	Direction de l'environnement de la wilaya de Médéa
DEPF	La direction des études et des prévisions financières
DGPA	Direction Générale de la pêche et de l'Aquaculture
F.A.O	Food and Agricultural Organization
GMQ	Gain moyen quotidien
GP	Gain de poids
IC	Indice de conversion alimentaire
ITCF	Institut Technique des Céréales et Fourrages
MADRP	Ministère de l'agriculture du développement rural et de la pêche
MEDRAP	Méditerranéen régional aquaculture Project
mg/l	Milligramme par litre
MPRH	Ministre de la pêche et des ressources halieutiques
MSPH	Ministère supérieur de la pêche halieutique
MT	Millions de tonnes
NH_3	Ammoniac
NRC	National Research Council
O. *niloticus*	*Oreochromis niloticus*
O.N.D.P.A	Office national de développement et de production aquacole
ONM	Office national de météorologie
ONS	Office National des Statistiques
pH	Potentiel Hydrogène
Pmf	Poids moyen final
Pmi	Poids moyen initial
PSU	Unité de salinité pratique
RGPH	Le Recensement général de la Population et de l'Habitat
SDDAPA	Schéma Directeur de Développement des Activités de la Pêche et de l'Aquaculture.

SES	Situation Economique et Sociale
TCS	Taux de croissance spécifique
TS	Taux de survie
µS/cm	Microsiemens par centimètre
‰	pour mille.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales actions menées pour le développement de l'aquaculture 8
Tableau 2 : Principales espèces aquatiques développées en aquaculture en Algérie (Echikh et Karali, 2004)..... 11
Tableau 3: Qualité d'eau requise pour l'élevage du Tilapia du Nil (Suresh, 2003)..... 29
Tableau 4: Composition chimique et valeur nutritionnelle de 100g de la chair 40
Tableau 5: Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) de la commune de Benchicao 1990-2015 (ONM. Médéa.2020). 51
Tableau 6: les précipitations mensuelles de la zone d'étude Durant la période 1990-2015 (ONM, Médéa 2020). 51
Tableau 7:Résultats des paramètres physico- chimiques au niveau des quatre aquariums (AFM, AFF, ATM, ATF) durant cette étude (mars-mai2022)..... 63
Tableau 8 : Evolution du poids total, de la taille moyenne et de la quantité d'aliment distribué au niveau des quatre aquariums durant cette étude (mars-mai2022). 68
Tableau 9: Résultats des indices de croissance au niveau des quatre aquariums (AFF/AFM/ATM/ATF) durant cette étude. 82

Liste des figures

Figure 1 : Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. 6
Figure 2:Quantités produites en pourcentage de la production aquacole mondiale en 2014, par groupes d'espèces élevées (FAO., 2016). 6
Figure 3: Evolution de la production aquacole des principaux pays en Méditerranée (FAO, 2009). 7
Figure 4: Evolution de la production aquacole globale en Algérie (tonnes) (2000-2017) (DGPA, 2018). 10
Figure 5 : Morphologie de la luzerne (*Medicago sativa L*) (Childers, 2008). 14
Figure 6 : *Dicentrarchus labrax* Le Bar 19
Figure 7: *Sparus aurata* (le Dorade royal) 19
Figure 8 :*Acipenseridae* (Esturgeon) 20
Figure 9 :*Salmo salar* (le saumon) 20
Figure 10 : *cyprinus caprio* (Carpe commune). 21
Figure 11 :*Ctenopharyngodn idella* (la carpe herbivore). 21
Figure 12: *Hypophthalmichthys molitrix* (la Carpe argentée). 22
Figure 13: *Cyprinus caprio* (la carpe a grande bouche). 22
Figure 14 :*Mugil cephalus(le mulet).* 23
Figure 15: *Micropterus salmoides* (le black Bass). 23
Figure 16 : *Sander lucioperca* (Sandre) 24
Figure 17 :*Oreochromis niloticus* (le tilapia) 24
Figure 18: *Clarias gariepinus* (Silure africain). 25
Figure 19: *Oreochromis niloticus (*Original, 2022). 26
Figure 20: Introduction d'*Oreochromis niloticus* dans le monde (Boukhris, 2018). 27
Figure 21: Dimorphisme sexuel de tilapia du Nil *O. niloticus* par la papille génitale des femelles (A) et des mâles (B) (Adjanke, 2011). 32
Figure 22: Le cycle naturel du tilapia (Lacroix, 2004). 33
Figure 23: Principaux pays producteurs du tilapia du Nil (F.A.O., 2006). 35
Figure 24: Carte indiquant les lieux d'introduction 36
Figure 25:La production de tilapia du Nil en Algérie représentée par wilaya 37
Figure 26: Production de Tilapias et Cichlideés (FAO, 2018). 39
Figure 27: la situation géographique de la wilaya de Médéa 43
Figure 28: Carte des classes d'altitude 45
Figure 29: Carte de végétation de la wilaya de Médéa (C .F. Médéa, 2022). 47
Figure 30: Situation de la commune de Ben Chicao (Anonyme , 2022). 49

Figure 31: Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015) (ONM-Médéa, 2020)..... 51
Figure 32: Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa 52
Figure 33: La ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE » (Original, 2022). 53
Figure 34: aquariums d'alevinage (AFM: Aquarium de la ferme (sexe mâle)..... 55
Figure 35: Les intrants alimentaires. Figure 36: les intrants alimentaires..... 56
Figure 37: Aliment testé. (A: aliment de grand calibre, ... 56
Figure 38: L'aliment témoin (de la ferme) 57
Figure 39: *Oreochromis niloticus* (Original, 2022)..... 57
Figure 40: Multi paramètre de marque Consort 113768. 58
Figure 41: Mesure de la taille du poisson Figure 42: pesé des poissons. 59
Figure 43: pesée de l'aliment. 59
Figure 44: Variation de la température de l'eau..... 65
Figure 45 :Variation du pH au niveau 65
Figure 46: Variation de la conductivité électrique 65
Figure 47: Variation de la salinité au niveau..... 67
Figure 48 :Variation de l'oxygène dissous au niveau..... 67
Figure 49: Evolution de poids du d'*Oriochromis niloticus*..... 69
Figure 50: Evolution de la taille *d'Oriochromis niloticus*..... 69
Figure 51: Variation de quantité d'aliment distribuée aux poissons 70
Figure 52: Variation de la température de l'eau..... 72
Figure 53: Variation du pH de l'eau..... 72
Figure 54: Variation de la conductivité de l'eau..... 73
Figure 55: variation de la salinité des eaux des aquariums 73
Figure 56: Variation de l'oxygène dissous des eaux des aquariums 74
Figure 57 : Variation du poids des poissons en fonction de temps. 75
Figure 58: Variation de la taille des poissons..... 75
Figure 59: Variation de quantité d'aliment distribuée..... 76
Figure 60 :Variation du poids total des mâles 77
Figure 61: Variation du poids des femelles..... 77
Figure 62: Variation de la taille moyenne des mâles..... 78
Figure 63: Variation de la taille moyenne des femelles 79
Figure 64: Variation de gain de poids au niveau des quatre aquariums. 83
Figure 65: Variation de gain moyen quotidien au niveau des quatre aquariums..... 83

Figure 66: Variation de taux de survie au niveau 85
Figure 67: Variation de taux de mortalité au niveau des quatre aquariums. 85
Figure 68 :Variation de l'indice de conversion au niveau 86
Figure 69: Variation de poids moyen initial au niveau 86
Figure 70 :Variation de poids moyen final au niveau 87
Figure 71: Variation de taux de croissance spécifique 87

Sommaire

Remerciement
Dédicace
Résumé
Liste des abréviations
Liste des Tableaux
Liste des Figures
INTRODUCTION 1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 4
1. Généralité sur l'aquaculture 4
1.1. Définition de l'aquaculture 4
1.2. Objectifs de l'aquaculture 4
1.3. Atouts de l'aquaculture 4
1.4. Situation mondiale : Pêche et aquaculture 5
1.5.Evolution de la production aquacole mondiale par groupes d'espèces 6
1.6 Production aquacole des différents pays méditerranéens 7
1.7Aquaculture en Algérie 8
1.7.1Historique de l'aquaculture en Algérie 8
1.7.2La valorisation par l'aquaculture 9
1.7.3La production aquacole en Algérie 10
1.7.4Les espèces cultivées 11
1.8. L'aliment en aquaculture 12
1.8.1. Introduction des farines d'origine végétale dans l'alimentation des poissons 12
1.8.2. Composition des farines d'origine végétale 13
1.8.3 La luzerne (*Medicago sativa*) comme source de protéine végétale dans l'alimentation des poissons 13
1.9.Effet de l'aquaculture sur l'environnement 16
2. Généralité sur la pisciculture 17
2.1. Définition de la pisciculture 17
2.2. La pisciculture dans le monde 17
2.3. Types de pisciculture 17
2.4. Les espèces les plus utilisées en pisciculture 19
3. Généralités sur le tilapia 25

3.1. Présentation de l'espèce étudie *Oreochromis niloticus* 25
3.1.1. Position systématique 25
3.1.2. Caractéristiques morphologiques *d'Oreochromis niloticus* 26
3.1.3.Habitat 26
3.1.4.Répartition géographique 26
3.1.5.Exigences écologiques 27
3.1.6.Régime alimentaire du tilapia 29
3.1.7.Croissance 29
3.1.8. Reproduction 30
3.1.9.Identification des sexes 31
3.1.10.Longévité et taille maximale 32
3.1.11.Cycle de vie du Tilapia 32
3.1.12.Besoins en nutriments 33
3.2.Production mondiale 35
3.3.La Tilapiculture en Algérie 35
3.3.1 Production en Algérie 36
3.4.Importance des tilapias 38
3.5.Composition chimique globale et valeur nutritionnelle de la chair du tilapia 39
3.6.Digestion des aliments chez le tilapia du Nil 41
CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 42
I. Présentation de la wilaya de Médéa 42
I.1. Situation géographique 42
I.2.Le relief 43
I.3. La géomorphologie 44
I.4.Climatologie 45
I.5. Géologie et pédologie 46
I.6. La faune et la flore 47
II. Présentation de la commune de « BENCHICAO» 49
II.1. Situation géographique 49
II.2. Le climat 50
II.2.1. La température 50
I.2.2. Les précipitations 51
III.Description de la ferme « TITTERI AQUACOLE » : 52

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES 54
1.Le matériel utilisé 54
2.Préparations effectuées 54
2.1. Préparation des aquariums d'alevinage 54
2.3. Préparation de l'aliment 55
2.3.1. Préparation de l'aliment testé 55
2.3.2 Aliment témoin 57
3. Matériel biologique 57
4.Protocole expérimental 58
4.1.Suivi des paramètres physicochimiques de l'eau 58
4.2.Suivi de la croissance 58
4.3.L'alimentation de poisson 59
5.Calcul des paramètres zootechniques 59
6.Analyses statistiques 61
CHAPITRE IV :RESULTATS ET INTERPRETATIONS 63
IV.1. Evolution par aquariums 63
IV.1.1. Evolution des paramètres physico-chimiques de l'eau 63
IV.1.2. Evolution du poids total, de la taille moyenne et de la quantité d'aliment par aquariums 68
IV.2. Evolution temporelle 70
IV.2.1 Evolution temporelle des paramètres physico-chimiques de l'eau 70
IV.2.2. Evolution du poids, de la taille et de la quantité d'aliment distribué 74
IV.3. Comparaison par sexe 76
IV.3.1. Comparaison du poids et de la taille par sexe 76
IV.4. Corrélations et régressions 79
IV.5. Indices de croissance 82
DISCUSSION 88
CONCLUSION 95
Références Bibliographique : 99
Annexes

INTRODUCTION

L'aquaculture occupe au sein de l'agriculture une place particulière puisqu'elle génère des produits (poissons, crustacés, mollusques, algues) de même nature que ceux issus de la pêche maritime et continentale **(Lazard, 2005).** La pisciculture comme spécialité de l'aquaculture assurera près des deux tiers de la production mondiale de poisson destinée à l'alimentation d'ici 2030, compte tenu de la stabilisation des prises de poissons sauvages et de la demande croissante d'une classe moyenne émergente à l'échelle mondiale **(FAO, 2019).**

Les poissons constituent une ressource alimentaire très importante en Afrique et dans le reste des pays en développement **(Haylor et al. 1994; Gaye-Siessegger, 2005)**. Selon ces auteurs, c'est souvent la seule source de protéines accessibles dans les zones rurales et urbaines. Toutefois, la satisfaction des besoins en poissons des populations humaines reste encore difficile à cause de la déficience des produits de pêche, consécutive à la surexploitation des stocks des ressources naturelles aquatiques **(Tacon, 2004; Marra, 2005)**. La consommation annuelle de poisson par habitant a progressé régulièrement dans les régions en développement (de 5,2 kg en 1961 à 18,8 kg en 2013) et dans les pays à faible revenu (de 3,5 kg à 7,6 kg), mais elle demeure nettement inférieure à celle enregistrée dans les régions plus développées, même si l'écart se réduit **(FAO, 2016).**

L'*Oreochromis niloticus* ou Tilapia du Nil est un poisson aujourd'hui très populaire pour la pisciculture, l'aquariophilie et l'aquaponie. C'est ainsi le deuxième poisson d'élevage dans le monde après la carpe, à tel point qu'il est parfois surnommé «*Poulet Asiatique*». Sa production a ainsi doublé entre 2005 et 2016 pour atteindre 5,37 millions de tonnes **(Deluzarche, 2021).** Les tilapias constituent le troisième groupe de poissons le plus élevé au monde après les Cyprinidés et les Salmonidés **(Al Dilaimi, 2009).**

La production mondiale du tilapia a connu un véritable boom puisqu'en trente ans elle a été multipliée par 15. Au cours de la dernière décennie, elle a plus que doublée, passant de 830.000 tonnes en 1990 à 3,5 millions de tonnes en 2008 **(FAO, 2010)**. La Chine a joué un rôle majeur dans cette croissance, étant à l'origine de plus de 60 pour cent de la production aquacole mondiale **(FAO, 2016).** La production africaine, destinée aux marchés nationaux, a également augmenté, avec près de 430.000 tonnes de tilapia d'élevage produits en 2008, soit deux fois plus qu'en 2000 **(FAO, 2010).** L'Egypte est le deuxième producteur mondial de cette espèce et le premier producteur africain **(FAO, 2016).**

Le tilapia, en raison de sa grande capacité d'adaptation à un large éventail de conditions physiques et environnementales, sa capacité de se reproduire, sa résistance relative au stress et aux agents pathogènes comparé aux autres espèces de poissons d'élevage, sa bonne qualité de chair et l'excellent taux de croissance sur une grande variété de régimes naturels et artificiels sont les espèces les plus abondamment cultivées dans le monde. Ils sont actuellement cultivés dans pratiquement tous les types de systèmes de production, dans les eaux douces et salées et dans les climats tropicaux, subtropicaux et tempérés (**Welkeretlim, 2011**). Grâce à ses caractéristiques intéressantes en aquaculture et en tenant compte de sa bonne adaptation aux milieux extrêmes et variés, de sa facilité de reproduction en captivité et de sa large valence écologique, ce poisson a fait l'objet de divers essais d'élevage et connait actuellement une vaste distribution dans tous les continents depuis les années 60 **(Azaza, 2009; Dhraief et al. 2010).**

En Algérie, l'élevage de Tilapia est une activité nouvelle; l'introduction de cette espèce est très récente (mai 2001) (**Ait Hamouda, 2005**). Certaines sources de données algériennes ont indiqué qu'en 2009 et jusqu'à fin Août 2010, un total de 316 tonnes de Tilapia du Nil et Tilapia rouge ont été produites à partir de 3 fermes. (**FAO, 2010**).

Selon **Siddhuraju et Becker (2003),** la contrainte majeure à l'émergence de la pisciculture, dans les pays en développement, est le coût de l'alimentation. Selon **Slembrouck et al. (1991) et Gourène et al. (2002**), en termes de dépense, l'alimentation représente environ 50 % du coût de production du poisson d'élevage. La farine de poisson fait partie des composants principaux des aliments du poisson en aquaculture **(Médale et al. 2013)**. Cette farine de poisson qui est importée généralement de Chine revient très coûteuse pour les pisciculteurs **(Fiogbé et al., 2009).** Remplacer l'aliment à base de farine de poisson par des protéines d'origines végétales pourrait réduire les coûts de production et améliorer la rentabilité des exploitations.

La demande croissante, le coût élevé et l'instabilité de l'approvisionnement de farine de poisson ont orienté les recherches vers des sources alternatives de protéines, notamment les protéines végétales **(Kenan et Chris, 2005)**. Parmi les protéines végétales, le tourteau de soja est l'ingrédient le plus utilisé en raison de sa disponibilité, de son prix comparé au prix de la farine de poisson et de sa bonne valeur nutritionnelle **(Hernandez et al. 2004; Rondan et al. 2004).** La recherche s'est donc orientée vers d'autres sources protéiques pour remplacer ces farines et huiles de poisson. L'association des connaissances issues des recherches a permis

de repousser les limites de la substitution de la farine de poisson chez toutes les espèces à condition d'utiliser différents produits végétaux en mélange (**Collins et al., 2013**).

En Algérie plusieurs travaux scientifiques sur le Tilapia ont vu le jour, citons par exemple **: Zaatout (2007), Al dilaimi (2009), Alliouche (2010), Benabdellah (2011), Dergal (2015), Abidi et Larbi ben houra (2018), Boukhris (2018), Cherif et Guechache (2018), Gouarh et Meflah (2018), Hakkoum et Rabouh (2018), Abed et Beloufa (2019),Badiane (2019), Elkebaili (2020), Mohammed Bouziane et Smaili (2020), Sayah et Mohamed Benselloua (2020), Touahria (2020).**

L'objectif de ce travail est de comparer l'effet d'un aliment fabriqué à base végétal majoritairement et l'effet d'un aliment témoin à base de farine de poisson majoritairement sur la croissance de Tilapia *Oreochromis niloticus* au niveau de la ferme «TITTERI AQUACOLE»

Après cette introduction, ce mémoire est scindé en 05 chapitres:

- ***Chapitre 01*:** intitulé synthèse bibliographique comprend des généralités sur la l'aquaculture, des notions sur l'élevage de Tilapia, sa biologie ..etc.
- ***Chapitre 02*:** Ce chapitre concerne une présentation générale de la zone d'étude.
- ***Chapitre 03***: Ce chapitre intitulé « matériel et méthodes » traite la méthodologie de la fabrication de l'aliment testé, le suivie de la croissance de Tilapia du Nil et le contrôle des paramètres physicochimiques des eaux d'élevage ainsi que les paramètres zootechniques et les indices de croissance calculés et les différents tests statistiques utilisés au cours de cette étude.
- ***Chapitre 04*:** aborde les résultats obtenus et leurs interprétations au cours de cette étude.
- Notre étude contient aussi une discussion de nos résultats et elle s'achève par une conclusion avec des perspectives d'amélioration de ce thème.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralité sur l'aquaculture

1.1. Définition de l'aquaculture

On définit l'aquaculture comme étant «*l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques*» **(Barnabe, 1991)**. C'est est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend aussi différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées **(Benidiri, 2017)**.

1.2. Objectifs de l'aquaculture

Le but fondamental, au sens commun, des activités aquacoles est de produire de la matière vivante à partir de l'élément aquatique, c'est à dire la production pour la consommation humaine d'aliments riches en protéines. Elle consiste en fait à manipuler les milieux aquatiques, naturels ou artificiels, pour réaliser la production d'espèces utiles à l'homme **(FAO, 2008).**

Les objectifs de l'aquaculture sont cependant relativement variés selon le contexte économique dans lequel ils s'inscrivent. Dans les pays industrialisés, c'est l'obtention de produits aquatiques très appréciés et de haute valeur commerciale que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante. Dans les pays en voie de développement, l'objectif est de produire des protéines animales que les élevages traditionnels ne peuvent fournir en quantité suffisante du fait de la surpopulation ou de la désertification des sols. L'Inde, par exemple, connaît une production d'espèces tropicales très appréciées **(FAO, 2008).**

1.3. Atouts de l'aquaculture

Face à l'épuisement des stocks naturels, l'aquaculture constitue une alternative remarquable pour satisfaire nos besoins nutritionnels en poisson. Elle englobe plusieurs avantages qui font que nous devons la promouvoir.

D'abord, l'augmentation de l'offre de pêche est tributaire de celle de la demande mondiale qui s'accroit de plus en plus. Au même moment, on assiste à une stagnation des prises naturelles qui ne peuvent plus assurer convenablement la demande mondiale

(DEPF, 2018). A cet effet, l'aquaculture, particulièrement la pisciculture vient combler le déficit de cette demande **(FAO, 2018**).

Ensuite, concernant l'alimentation des poissons, on s'est rendu compte qu'en milieu naturel, les poissons carnivores ont besoin selon les espèces de 5 à 10 kg de poissons-proies pour produire 1 kg de chair. Alors qu'en élevage, pour produire 1 kg de truite portion, la quantité de poisson fourrage nécessaire est de 2,5 kg **(Benabdellah, 2011).** En effet, depuis quelques années, des chercheurs ont montré que cette utilisation de la farine de poisson en élevage peut être réduite d'avantage par substitution avec des produits végétaux et/ou sous-produits agro-industriels. Pour certains, une substitution partielle de la farine de poisson par certains produits végétaux ne compromet pas les performances de croissance des poissons d'élevages **(Tan et al. 2017).**

En fin, en aquaculture d'eau douce, l'eau des bassins peut être valorisée en l'utilisant pour arroser les plantes. Ainsi, l'eau vidangée étant riche en éléments minéraux, est propice pour le développement des plantes maraîchères. C'est dans une perspective de lutte contre la pollution de l'environnement, que la pisciculture intégrée avec la production végétale (maraîchage et autres) est pratiquée au niveau du monde **(Anonyme, 2022).**

1.4. Situation mondiale : Pêche et aquaculture

D'après **FAO (2018),** les captures en milieu naturel ont augmenté considérablement entre 1950 et 1990. Mais, à partir de 1990 jusqu'en 2018, ces prises n'ont pas évolué et ont varié entre 90 et 100 millions de tonnes (figure 1).

En termes de pêche continentale, au niveau mondial, la Chine et l'Inde occupent les premières places avec respectivement 2 318 046 et 1 462 063 tonnes en 2016. En Afrique, l'Ouganda occupe la première place avec 389 244 tonnes débarquées en 2016 suivi du Nigéria avec 377 632 tonnes. Le Sénégal, en 2016, a eu une production estimée à 11254 tonnes **(SES, 2016).**

La figure 1 montre que le secteur de l'aquaculture à une croissance fulgurante entre 1950 et 2016. C'est pour cela qu'elle est considérée comme le principal levier de croissance. Elle a permis d'assurer une croissance continue des produits mis sur le marché. A partir de 2006, la production mondiale connait une croissance exponentielle. Cette

croissance est passée de 150 millions à 200 millions de tonnes entre 2006 et 2016 **(FAO, 2018)**.

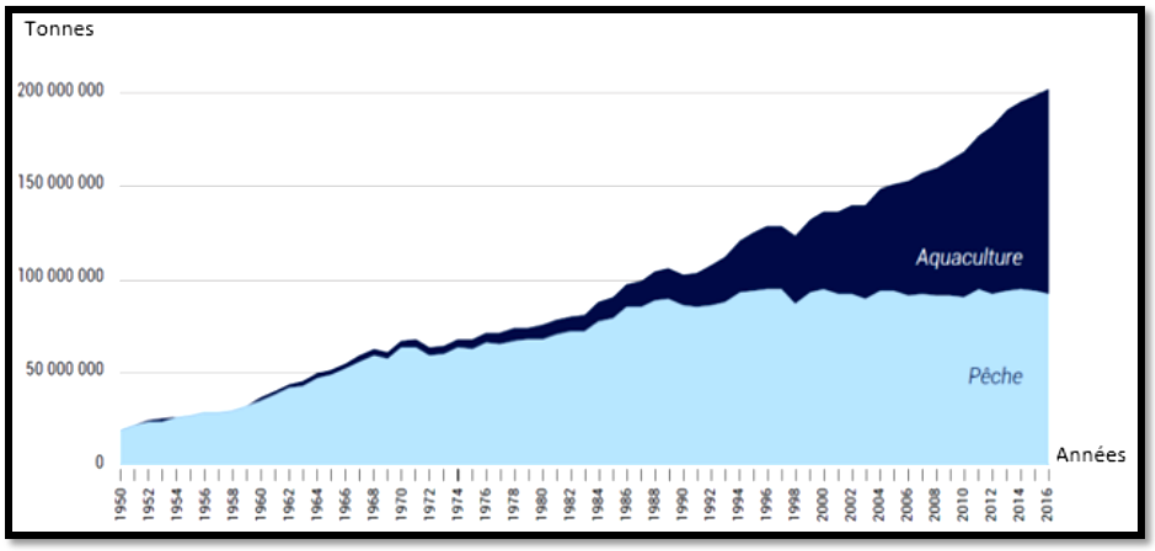


Figure 1 : Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture.

1.5. Evolution de la production aquacole mondiale par groupes d'espèces

Selon la **FAO (2016)**, en 2014, 580 espèces sont élevées. L'aquaculture fournissait 49,8 millions de tonnes de poissons, 27,3 millions de tonnes de plantes aquatiques, 16,1 millions de tonnes de mollusques, Crustacés et autres avec respectivement 6,9 mt et 7,3 mt (figure 2).

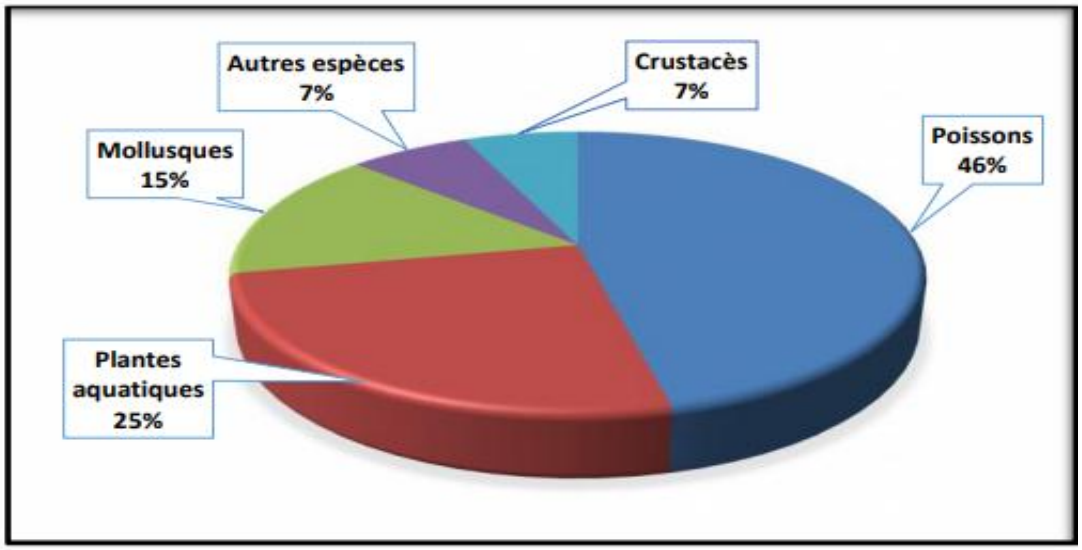


Figure 2: Quantités produites en pourcentage de la production aquacole mondiale en 2014, par groupes d'espèces élevées **(FAO., 2016).**

1.6 Production aquacole des différents pays méditerranéens

En ce qui concerne la production aquacole des pays méditerranéen, elle est dominée Par certains pays, à savoir l'Egypte, la France, l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Turquie. Mais C'est l'Egypte qui a enregistré la plus forte évolution au cours de ces dernières années. Ces six Derniers pays fournissent 95% de la production aquacole totale de la méditerranée **(CIHEAM, 2008).** En Espagne, en France et en Italie, cette production repose essentiellement sur les Mollusques (les Moules, les Huîtres, les Palourdes), en Egypte, la production repose en revanche sur la production semi-intensive de poissons d'eau douce (le Tilapia et les Carpes) et de poissons marins (le Mulet). En Grèce et en Turquie, l'accent y est mis sur la production intensive de poissons (la Daurade, le Bar et la Truite). La production a atteint en 2007 pour ces six principaux pays producteurs (Egypte-France-Grèce-Italie-Espagne- Turquie) plus de 1 585 892 tonnes **(FAO, 2009).**

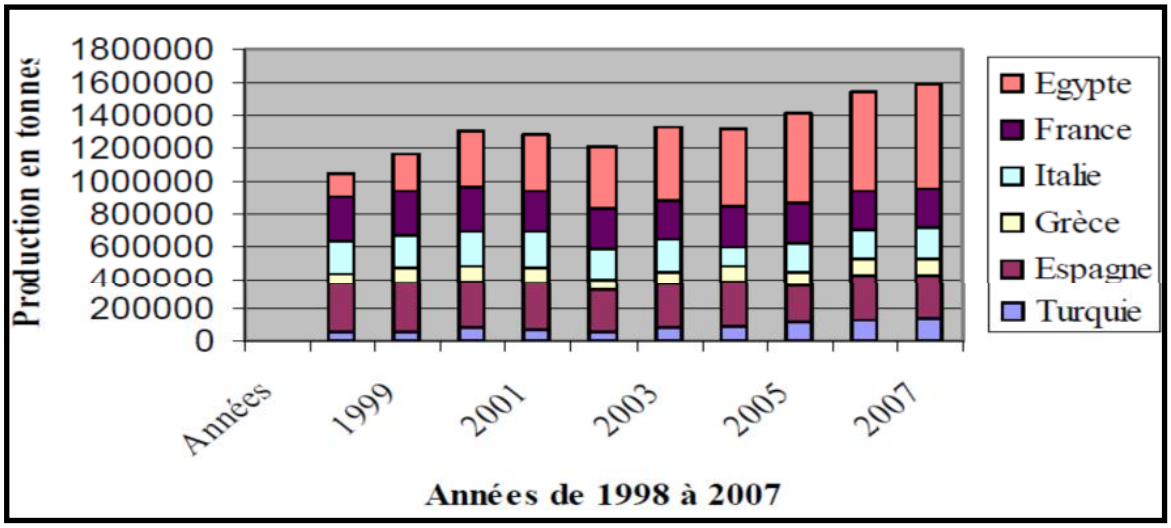


Figure 3: Evolution de la production aquacole des principaux pays en Méditerranée **(FAO, 2009).**

Une des caractéristiques de l'évolution de l'aquaculture méditerranéenne est la diversification des espèces d'élevage dont le nombre est passé de 18 en 1981 à 40 en 2001 **(Basurco, 2001).**

1.7 Aquaculture en Algérie

1.7.1 Historique de l'aquaculture en Algérie

Différentes opérations ont marqué l'histoire de l'aquaculture algérienne; selon le biologiste français «Novella» les premiers essais furent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew. **(Echikh et Karali, 2004).** L'histoire de l'aquaculture en Algérie peut être résumée dans le tableau suivant:

Tableau 1 : Principales actions menées pour le développement de l'aquaculture en Algérie **(Belhadj et Rachedi., 2007).**

Période	Evénement	Référence
Fin du XIXème siècle	Premiers inventaires de la faune et de la flore aquatique des plans dulcicoles et marins en Algérie.	//
Milieu du XIXème Siècle	Introduction de la carpe en Algérie.	Gauvet, 1930
1880	- Premier essai d'acclimatation de la Truite par le colonel Didier Gauvet, 1930. - Introduction de l'épinoche Gasterosteus brachycentrus dans des cours d'eau de la Mitidja par les colons.	
1894	Introduction de la carpe et de la tanche à El Goléa, en plein sahara.	
1894-1895	Essai d'élevage de moules à Tigzirt par Thomas.	Seurat, 1927
1921	Création de la station d'aquiculture et pêche de Castiglione.	Boutan, 1925
1927	Essai d'élevage d'huîtres au port d'Alger.	Dieuzeide et Argilas, 1928
1931	Introduction de Gambusia affinis par l'Institut Pasteur pour la lutte Antipaludique.	Gauvet, 1930
1937	Création de la station d'alevinage du Ghrib.	Thevenin, 1948
1939	Essai d'acclimatation de la truite Salmo gairdneri.	
1939	Empoissonnement du barrage Ghrib par la truite Macrostigma issue de la station d'alevinage du Ghrib.	
1941	Empoissonnement du barrage de l'Oued Fodda par la truite Macrostigma issue de la station d'alevinage du Ghrib.	

1947	Construction de la Station Hydrobiologique du Mazafran.	
Fins des années 60, début des années 70	- Collaboration avec la Chine pour la maîtrise des cycles de reproduction et de croissance de plusieurs espèces de carpes chinoises. - Valorisation des sites hydriques de la région d'El Kala (lac El Mellah, lac Oubeira et lac Tonga).	
1973	Amélioration des techniques de pêche et essais de conchyliculture au lac El Mellah. - Introduction dans le lac El Mellah de la moule (Mytilus Galloprovencialis) et de l'huître (Crassostrea gigas).	FAO, 1982
1974	Installation d'une unité de fumage de l'anguille.	
1982	Début d'exploitation de l'anguille aux lacs Tonga et Mellah.	
1983 et 1984	Projet d'élevage du loup de mer (Dicentrarchus labrax) au lac Mellah en collaboration avec FAO.	
1985-1986	Importation d'alevins et géniteurs de poissons omnivores, phytophages et carnassiers dulcicoles pour le repeuplement des barrages et sites hydriques.	Source CNDPA
1989	Implantation d'une écloserie type mobile à Harreza.	
1991	Opérations de repeuplement en carpes.	MPRH
1999	Création du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.	
2001	Opérations de repeuplement de plusieurs barrages et plans d'eau en larves de carpes importées de Hongrie.	Source MPRH
2002	- Importation de tilapia d'Egypte. - Opérations de lâchers d'alevins de carpes et de mulets.	

1.7.2 La valorisation par l'aquaculture

L'aquaculture est projet pour lequel l'algérien s'implique profondément et durablement, à l'instar de la plupart des pays à vocation en matière, l'Algérie veut s'engager dans la préservation de son patrimoine en mettant en ouvreuse exploitation, rationnelle, écologique et durable de ses ressources **(Benderradji, 2002).** C'est dans cette perspective que le développement d'une industrie aquacole a été affiché par le ministère algérien de la pêche et des ressources halieutiques (MPRH) **(Benderradji, 2002).**

Trois types d'aquaculture sont envisagés pour l'Algérie: l'aquaculture marine, continentale et saharienne. Les espèces à haute valeur nutritive et commerciale telle la

crevette, le loup, la dorade, les huîtres, les moules, et les palourdes sont dédiées à l'aquaculture marine **(Benderradji, 2002).** Les espèces à fort rendement telle les variétés de carpes, le silure (poisson chat), pour l'aquaculture continentale. Les espèces à haute valeur marchande et nutritive comme le Tilapia sont réservées à l'aquaculture saharienne parce qu'elles offrent des facteurs environnementaux exceptionnels, comme la propreté du milieu et les températures intéressantes, pour la croissance maximale en un temps record **(Benderradji, 2002).** Les installations devront y être modernes pour les espèces envisagées. Des filières annexes comme la formulation d'aliment constituent un potentiel réel et peuvent faire l'objet d'investissements productifs **(Benderradji, 2002).**

1.7.3 La production aquacole en Algérie

La production aquacole algérienne entre 2000 et 2007 était très faible avec une moyenne de production 300 tonnes, le pic de production était en 2008 avec une production de 3000 tonnes ce qui représente 2,1% de la production halieutique (140 000 tonnes). Elle est dominée par la pêche continentale. Il est clair qu'à partir de l'année 2007 on a assisté à une croissance des productions issues des fermes d'élevage aquacole. Cette augmentation reflète la stratégie de développement déployée par le secteur, notamment le SDDAPA.

En 2017, on observe une augmentation de la production halieutique avec un pourcentage de 6% par rapport à l'année précédente, ce qui correspond à un volume de 108300 tonnes contre 102240 tonnes en 2016 **(ONS, 2018).**

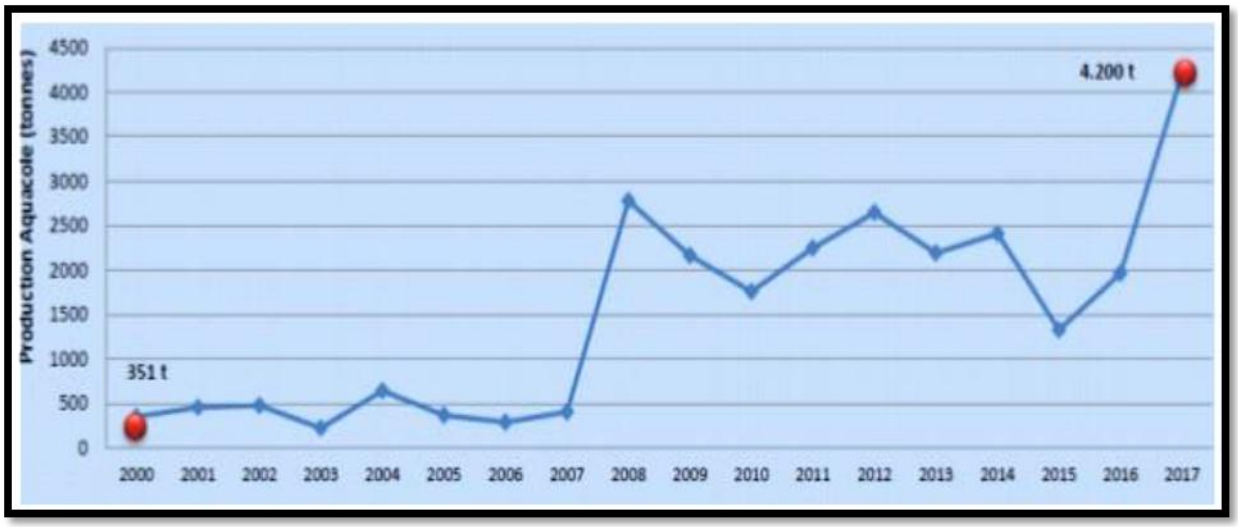


Figure 4: Evolution de la production aquacole globale en Algérie (tonnes) (2000-2017) **(DGPA, 2018).**

1.7.4 Les espèces cultivées

Selon MADRP, (2016) ; en Algérie, les principales espèces élevées sont :

a. Eau de mer : Le loup (*Dicentrarchus labrax*), la daurade (*Sparus aurata*), le maigre (*Argyrosomus regius*), la moule (*Mytilus galloprovincialis*) et l'huître (*Crassostrea gigas*).

b. En eau douce (pisciculture continentale): Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), tilapia rouge, poisson chat (*Clarias gariepenus*), carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpe à grande bouche (*Aristichthys nobilis)*, sandre (*Stizostedion lucioperca*) et black-bass (*Micropterus salmoides*).

Tableau 2 : Principales espèces aquatiques développées en aquaculture en Algérie **(Echikh et Karali, 2004).**

Espèce	Nature du milieu	Régime alimentaire	Origine
(Carpe commune) *hypophthalmichthys molitrix*	Eau douce	Omnivore	Chine
Carpe royale	Eau douce	Omnivore	Chine
Carpe herbivore	Eau douce	Herbivore	Chine
(Barbeau) *Barbus barbus*	Eau douce	Omnivore	Autochtone
(Anguille)*Anguilla nguilla*	Eau saumâtre	Carnivore	Autochtone
(Mulet) *Semotilis orpolaris*	Eau saumâtre	Herbivore	Autochtone
(Tilapia) *Oreochromus niloticus*	Eau douce	Microphage	Nil (Egypte)
(Loup) *Anarhichas lupus*	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
(Truite) *salmo trutta*	Eau douce	Carnivore	Autochtone
(Sandre) *Sandre ucioperca*	Eau douce	Carnivore	Hongrie
(Dorade) *Sparus aurata*	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
(Gardon) *Rutilus rutilus*	Eau douce	Carnivore	Autochtone
(Poisson chat) *Ameiurus ,melas*	Eau douce	Carnassier	Europe
(Huître) *Ostrea angasi*	Eau de mer	Eau de mer	Autochtone

1.8. L'aliment en aquaculture

L'aquaculture est actuellement l'un des secteurs de l'agriculture et de l'industrie alimentaire pour animaux qui progresse très rapidement, La production d'aliments aquacoles lance plusieurs défis aux conceptions traditionnelles de production alimentaire, à cause du milieu aquatique dans lequel les aliments doivent être livrés et ingérés, et à cause des petites dimensions et de la variété des animaux élevés **(Akimaya et Hunter, 2000; Tacon et Forster, 2000).**

Un aliment aquacole complet est composé de plusieurs ingrédients mélangés dans des proportions déterminées pour se compléter les uns les autres et former un régime alimentaire nutritionnellement complet **(Barrows et Hardy, 2000)**. Différentes contraintes doivent être prises en compte autant à l'étape de la formulation qu'à celle de la fabrication. En effet, l'aliment aquacole doit être adapté aux animaux ciblés. Il doit prendre en compte l'espèce, le stade physiologique, les besoins nutritionnels ainsi que le comportement alimentaire de chaque animal. Ainsi, il doit non seulement être adapté en termes de composition. Pour répondre à ces contraintes, le choix des matières premières ainsi que celui du procédé de fabrication sont primordiaux. La formulation des aliments aquacoles est fondée en premier lieu sur l'apport des nutriments nécessaires à l'animal. Ils contiennent une source de protéines (farines de poisson et/ou d'origine végétale et/ou d'origine animale), une source de lipides (huiles de poisson et/ou d'origine végétale et/ou d'origine animale), une source de glucides ainsi que des mélanges de vitamines et de minéraux. Outre ces ingrédients principaux, les aliments aquacoles contiennent des additifs visant à compléter le profil nutritionnel, à améliorer l'appétence de l'aliment, à assurer sa stabilité et à améliorer sa texture nutritionnelle mais aussi en terme de texture et de taille **(Luquet et Moreau, 1989; Marie, 2014).**

1.8.1. Introduction des farines d'origine végétale dans l'alimentation des poissons

L'utilisation des farines et huiles de poisson dans l'alimentation des animaux d'aquaculture se réduit peu à peu, la proportion de farines de poisson dans les aliments a considérablement diminué, elle était comprise entre 10% pour des espèces comme les carpes et les tilapias et 50% pour les poissons marins carnivores en 1995. En 2010, elle était comprise entre 2 et 26% pour ces mêmes espèces. Les estimations prévoient un taux d'incorporation compris entre 1 et 12% en 2020 **(Tacon et al., 2011).**

Aujourd'hui les ingrédients principaux sont les farines ou dérivés d'origine végétale (farine de soja, tourteaux et farines de graines oléagineuses, farine de feuilles, céréales et sous-produits ainsi que les huiles végétales) **(Hasan et Halwart, 2009)**. Actuellement, les aliments destinés au Bar peuvent contenir jusqu'à 80% de protéines d'origine végétale.

1.8.2. Composition des farines d'origine végétale

Il existe un grand nombre de sources de protéines d'origine végétale susceptibles d'être utilisées en aquaculture. Néanmoins, aucune d'entre elles ne réunit toutes les qualités nutritionnelles des farines de poissons **(Medale et Kaushik, 2009).**

Pour la plupart des farines d'origine végétale, le taux de protéines (30-40%) est bien plus faible que celui des farines de poisson. Outre, une teneur en protéines plus faible, ces matières premières possèdent un profil en AAI moins adapté aux besoins des poissons **(Guillaume et al. 1999).**

Ils contiennent également de nombreuses molécules qui freinent la digestion ou l'utilisation métabolique des nutriments, appelées facteurs antinutritionnels **(Makkar, 1993).**

1.8.3 La luzerne (*Medicago sativa*) comme source de protéine végétale dans l'alimentation des poissons

a) Origine de la luzerne

Selon **Waligora (2010**) et **Mauriès (1994),** la culture de la luzerne est très ancienne, elle est originaire du sud-ouest de l'Asie dans les hauts plateaux de Caucase, Iran, Afghanistan et la Turquie d'où elle se serait répandue dans le monde entier. Cette plante herbacée est l'une des plus cultivées au monde, constitue un précieux aliment pour le bétail **(Schoutteten, 2004),** car elle jouit d'un intérêt liée notamment à sa teneur et son offre très élevé en protéines **(Suttie, 2004; Mauriès, 2003).**

D'après **Bourgeois Bach (2005),** ce sont les Arabes, maîtres incontestés en matière d'élevage chevalin qui sont les premiers à avoir utilisé la luzerne pour augmenter la valeur nutritive de l'alimentation destinée à leurs bêtes**.**

b) Taxonomie et classification botanique

La luzerne appartient à la famille des légumineuses, caractérisées par leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existant entre la plante et une bactérie qui se développe dans son système racinaire **(Mauriès, 2003).**

D'après **Quezel et Santa (1962),** l'espèce est classée comme suit **:**

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Dialypétales

Ordre : Rosales

Famille : légumineuses

Sous-famille : Papilionacées

Tribu: Trifoliées

Genre: Medicago

Espèce : *Medicago sativa L*.

c) Morphologie

Au niveau morphologique, la plante de luzerne, dont la hauteur varie de 30 à 80cm, se décompose en six parties : le collet, les tiges, les feuilles, les fleurs, les gousses et la racine (**Figure 5).**



Figure 5 : Morphologie de la luzerne (*Medicago sativa L*) **(Childers, 2008).**

1 : Fleur, 2 : Fleur épanouie, 3 : Fleur ouverte,4 et 5 : un pétale, 6 : Une inflorescence en stade fructification,7 : Une gousse, 8 : Une graine, 9 : coupe longitudinale d'une graine.

d) Intérêt de la luzerne

La luzerne est par excellence la plante fourragère qui résiste le mieux à la sécheresse, ainsi que leur association avec une graminée de type dactyle, permettant une utilisation plus souple (Fauche et pâture) avec une valeur alimentaire (énergie et azote) plus équilibrée pour une fertilisation azotée limitée (**ITCF, 1998**).

Cette culture a aussi d'autres intérêts agronomiques et économiques, elle permet d'améliorer la structure et la fertilité du sol. Elle peut garantir, même en absence d'élevage sur la ferme, des revenus importants c'est le cas pour la vente des bottes de luzerne **(Chaabena et Abdelguerfi, 1999).**

e) L'importance de la luzerne

- **Dans le monde**

Au total la luzerne représente dans le monde près de 32 millions d'hectares dont 14 millions en Amérique du nord où elle est le mieux représentée pour moins de 600000 hectares en France **(Mauriès, 2003).**

- **En Algérie**

En Algérie la luzerne occupe une superficie très réduite au niveau des cultures fourragères, la superficie consacrée à cette culture représente entre 0,37 et 0,71% de la superficie réservée aux cultures fourragères **(Chaabena et al., 2006**). La luzerne constitue la principale culture fourragère dans l'oasis saharienne. Il s'agit d'une culture fourragère très bien adaptée au climat saharien et qui est très productive puisqu'elle peut produire dans des bonnes conditions jusqu'à 10 tonne de vert par hectare **(Chaabena, 2001).**

- **Qualité de la luzerne**

La luzerne est une source majeure de protéines avec ses 2,5 tonnes/ ha de protéines **(Mauriès, 1994)**. La luzerne a une très bonne composition en acides aminés, ce qui lui donne d'autant plus d'intérêt lorsqu'elle est distribuée à des animaux à forte production. Cela en fait une culture de choix dans les systèmes d'élevage. Cependant, la luzerne possède une valeur énergétique modérée.

La valeur énergétique d'un fourrage dépend de sa digestibilité, c'est à dire de son aptitude à être dégradé dans le tube digestif de l'animal. La digestibilité des feuilles varie

très peu au cours du temps et est environ de 80% (**Buxton et al. 1985; Marten et al., 1988),** alors que la digestibilité des tiges diminue fortement avec la maturité (**Buxton et al., 1987; Marten et al., 1988)**. Les parois qui accumulent des polysaccharides et de la lignine ont une teneur qui augmente et qui contribue à diminuer la digestibilité des tiges **(Sanderson et al., 1988Buxton Buxton et Russell, 1988; et Brasche, 1991).** Cette fraction lignifiée diminue l'accessibilité des microorganismes aux polysaccharides **(Jung et Deetz, 1993).**

1.9. Effet de l'aquaculture sur l'environnement

L'aquaculture permet la maitrise de la reproduction des différentes espèces et augmente donc les rendements malgré cela les écologues restent septique face à cette méthode qu'ils jugent trop polluante. En effet le développement considérable de l'aquaculture ces dix dernières années en Méditerranée a transformé cette activité en une véritable source de pollution. L'aquaculture utilise des produits chimiques, des engrais, des antibiotiques qui sont nocifs alors que les contrôles sont très limités **(Petit, 1999).**

Les effets nocifs de l'aquaculture sur l'environnement proviennent de plusieurs facteurs **(Petit, 1999):**

- ✓ Le gaspillage de nourriture non consommés par le poisson (de 10 a 30% selon la méthode de nourrissage).
- ✓ Les produits du métabolisme des poissons.
- ✓ Des traitements chimiques utilisés pour éviter l'accumulation des déchets sur les filets.
- ✓ Des produits chimiques pour traiter les maladies et parasites de sites aquatiques à travers le territoire national (côtière, intérieure, Saharienne).

C'est pourtant dans la protection de l'environnement aquatique profondément pollué par l'activité humain, que l'aquaculture nous parait devoir joue un rôle majeur dans les techniques d'épuration et le recyclage des eaux usées qui ont pour base les mêmes processus biologique que ceux mis en jeu dans les activités aquacoles **(Barnabe, 1991; Maatar et Bouhaine, 2004).**

2. Généralité sur la pisciculture

2.1. Définition de la pisciculture

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons dans des espaces entièrement ou partiellement clos (étangs, bassins en béton ou en plastique, nasses ou cages, etc.), afin de pouvoir protéger les animaux contre les différents prédateurs ainsi pour les contrôler (alimentation, traitement, capture…) **(Benidiri., 2017).**

La pisciculture désigne l'élevage des poissons en eaux douces, saumâtres ou salées. La pisciculture a été inventée en Chine, le premier traité de pisciculture y fut écrit par Fan Li en 473**(F.A.O., 2008).**

2.2. La pisciculture dans le monde

Selon la FAO, la pisciculture d'eau douce mondiale a produit 23 millions de tonnes (tonnes métriques) en 2003. La carpe, le tilapia et le silure ont représenté 74,7% et 2% de cette production respectivement. La carpe a toujours été l'espèce dominante dans la pisciculture d'eau douce cependant le ratio de spécialisation pour l'élevage de la carpe (c'est-à-dire le pourcentage de la production de carpes par rapport au total de la pisciculture en eau douce) à travers le monde a décliné passant de 80% en 1985-89 à 77% en 2000-2003. En comparaison de la carpe, les ratios de spécialisation pour l'élevage du tilapia et du silure ont été relativement faibles. Alors que le ratio pour le tilapia a augmenté, passant de 4,8% en 1985-89 à 6,9% en 2000-2003, le ratio du silure a décliné de 4,0 à 2,3% **(F.A.O., 2013).**

2.3. Types de pisciculture

On distingue quatre types de pisciculture:

- La pisciculture extensive.
- La pisciculture semi-intensive.
- La pisciculture intensive.
- La pisciculture super-intensive.

a- Pisciculture extensive

Les élevages sont conduits sans fertilisants ni apports de nourriture et visent au maintien d'un équilibre écologique naturel et stable, mais dirigé au profit de l'homme. L'un des principes est d'isoler des zones à haute productivité naturelle par des vannes, des claies ou des grilles permettant la pénétration des jeunes et empêchant la fuite des poissons plus gros. Le rendement est de l'ordre de 100 à 150 kg/ ha/ an, parfois plus si la productivité naturelle des eaux est particulièrement élevée **(Lacroix, 2004).**

b-Pisciculture semi – intensive

Les élevages de poissons se font en zones fermées. Pour intensifier la production de poissons dans ces eaux naturelles, on fournit à ces poissons un supplément de nourriture. On peut atteindre ainsi des rendements de 1,5 à 2,5 T/ ha/an par fertilisation ou par nourrissage direct **(Lacroix, 2004).**

c-Pisciculture intensive

La production intensive en bassin artificiel ou cages, dans lesquels les poissons sont exclusivement nourris avec de l'aliment apporté par le pisciculteur. La majorité du poisson consommé dans le monde provient de l'élevage, et 90% du poisson d'élevage est produit en Asie. Les espèces les plus élevées sont les carpes, suivies du tilapia, des salmonidés et des siluriformes **(F.A.O, 2008).**

d- Pisciculture super intensive

En Belgique, par exemple, on élève des Tilapias ou Carpes du Nil (*Oreochromis niloticus*) en bacs inoxydables à la densité de 300 poissons par m^3 avec un renouvellement d'eau de 400% par heure. On utilise de l'eau chaude provenant du système de refroidissement d'une centrale nucléaire. Les poissons atteignent de 250 à 500 g. La production est de 30 kg/ m^3/mois soit 3600 Tonnes/ha/an avec un cycle complet (alevinage inclus) de 10 mois. Pour l'alimentation des poissons, on utilise des distributeurs qui se terminent par des tiges qui sont dans l'eau. Chaque fois que le poisson pousse la tige avec sa bouche, un peu de nourriture tombe dans l'eau à cet endroit. Les poissons apprennent très vite à se nourrir à la demande **(Lacroix, 2004).**

2.4. Les espèces les plus utilisées en pisciculture

2.4.1 Dans les eaux de la mer

- **Bar (le Loup de mer) :**



Figure 6 : *Dicentrarchus labrax* Le Bar

(Anonyme, 2021).

Noble par excellence, ce poisson à chair blanche et ferme est surnommé loup en Méditerranée.

• Poids : de 300 à 450 g et jusqu'à 1 kg et plus.

• Durée d'élevage : entre 20 mois (300/450 g) et 30 mois (1 kg et plus).

• Type d'élevage : bassins à terre en mer du Nord et côte Atlantique, cages en mer Méditerranée **(Anonyme, 2021).**

- **Dorade royale :**



Figure 7: *Sparus aurata* (le Dorade royal)

(Anonyme, 2021).

Très prisée par les gourmets, elle est reconnaissable à la tâche sombre à l'origine de sa ligne latérale, à la ligne noire le long de sa dorsale et à sa couronne dorée.

• Poids : de 300 à 450 g et jusqu'à 1 kg et plus.

• Durée d'élevage : entre 20 mois (300/450 g) et 30 mois (1 kg et plus).

• Type d'élevage : bassins à terre en mer du Nord et côte Atlantique, cages en mer Méditerranée **(Anonyme, 2021).**

- **Esturgeon :**



Figure 8 :*Acipenseridae* (Esturgeon)

(Anonyme, 2021).

L'Esturgeon sibérien est élevé en eau douce (en Aquitaine depuis 1990) mais assimilé à l'aquaculture marine du fait de sa technique d'élevage similaire. Il est reconnu pour sa chair ferme, fine et fondante, blanche et… sans arêtes.

• La production de caviar est passée de 1 tonne en 1997 à 21 tonnes en moyenne, avec une qualité mondialement reconnue.

• Poids : de 700 g à 2 kg pour un poisson entier à fileter / caviar : présenté en boîte de 20 g à 200 g.

• Durée d'élevage : de 14 mois pour le poisson commercialisé à 7 ans pour une femelle apte à donner du caviar **(Anonyme, 2021).**

- **6.1.4. Saumon :**



Figure 9 :*Salmo salar* (le saumon)

(Anonyme, 2021).

De petites quantités de Saumon sont élevées sur le littoral de la Normandie. Né en eau douce, élevé en mer, le Saumon est un majestueux poisson migrateur.

• Poids : 2 à 5 kg.

Durée d'élevage : 24 mois.

• Type d'élevage : cages flottantes **(Anonyme, 2021).**

2.4.2 Dans les eaux douces

- **Carpe commune :**



Figure 10 : *cyprinus caprio* (Carpe commune).

• Poids max. : 28 kg

• Taille max. : 50 à 60 cm

• Durée de vie : 40 ans

• Période de frai : Mars-Juin

• Eurytherme

• Omnivore **(MPRH, 2018).**

- **Carpe Herbivore**



Figure 11 :*Ctenopharyngodn idella* (la carpe herbivore).

•Poids max. : 35 kg

• Taille max. : 1,20 m

• Période de frai : Mai-Juin

• Eurytherme

• Herbivore **(MPRH, 2018).**

- **Carpe argentée :**

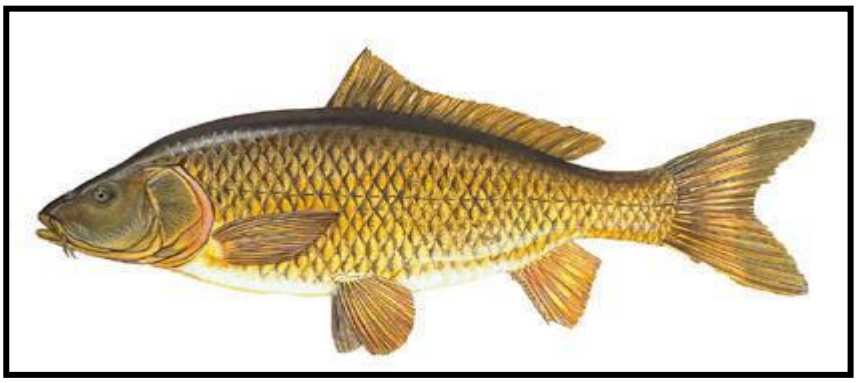


Figure 12: *Hypophthalmichthys molitrix* (la Carpe argentée).

Poids max. : 40 kg

• Taille max. : 1m

• Durée de vie : 40 ans

• Période de frai : Mai-Juin

• Eurytherme

• Omnivore **(MPRH, 2018).**

- **Carpe à grande bouche :**



Figure 13: *Cyprinus caprio* (la carpe a grande bouche).

Poids max. : 40 kg

• Taille max. : 1,20 m

• Durée de vie : 40 ans

• Période de frai : Mai-Juin

• Eurytherme

• Omnivore **(MPRH, 2018).**

- **Mulet :**

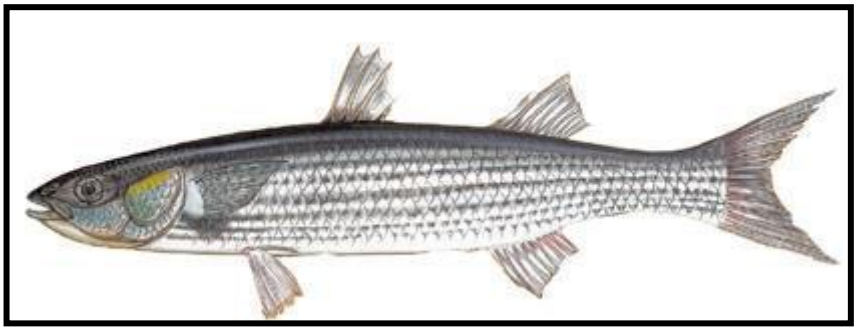


Figure 14 :*Mugil cephalus(le mulet).*

• Poids moyen : 1 à 1,5 kg (record : 3 kg)

• Taille moyenne. : 20 à 40 cm (max : 62 cm) **(Laurent, 2017)**

• Période de frai : mai -septembre

• Sténotherme

• Omnivore **(MPRH, 2018).**

- **Black Bass :**

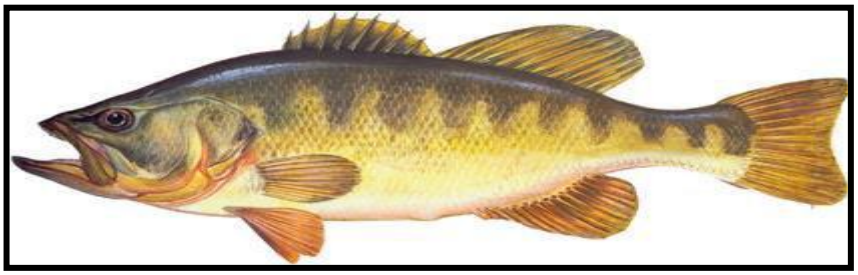


Figure 15: *Micropterus salmoides* (le black Bass).

Poids max. : 10 kg

• Taille max. : 90 cm

• Durée de vie : 15 ans

• Période de frai : Avril - Juin

• Sténotherme.

• Carnivore **(MPRH, 2018).**

- **Sandre :**

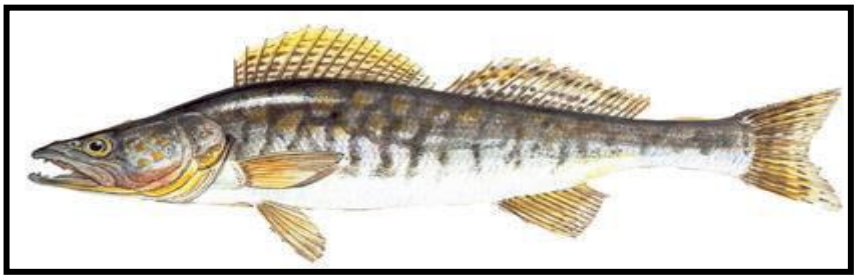


Figure 16 : *Sander lucioperca* (Sandre)

Poids max. : 40 kg

• Taille max. : 1,20 m

• Période de frai : Mai - Juin

• Eurytherme

• Carnivore **(MPRH, 2009).**

- **Tilapia :**



Figure 17 :*Oreochromis niloticus* (le tilapia)

Poids max. : 6 kg

• Taille max. : 60 cm

• Durée de vie : 40 ans

• Période de frai : Mai –Juin1

• Sténotherme

• Omnivore **(MPRH, 2009).**

- **Silure africain :**



Figure 18: *Clarias gariepinus* (Silure africain).

• Poids max. : 60 Kg
• Taille max. : 170 cm
• Durée de vie : 08 ans
• Période de frai : Avril - Juin
• Sténotherme.
• Omnivore **(MPRH, 2009).**

3. Généralités sur le tilapia

3.1. Présentation de l'espèce étudie *Oreochromis niloticus*

3.1.1. Position systématique

La position systématique de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* adoptée ici est inspirée de **(Bailly, 2009)** :

Règne : Animalia
Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Vertebrata
Super-classe : Gnathostomata
Classe : Actinopterygii
Ordre : Perciformes
Sous-ordre : Labroidei
Famille : Cichlideae
Sous-famille : Pseudocrenilabrinae
Genre : Oreochromis
Espèce : *Oreochromis niloticus* **(Linnaeus, 1758)**

3.1.2. Caractéristiques morphologiques *d'Oreochromis niloticus*

Selon **Linné (1758)** *Tilapia nilotica* fait partie, comme tous les autres tilapias de la famille des Cichlidae, ordre des Perciformes.

Selon **Leveque** et **Paugy (1984)** les Cichlidés (dont les Tilapia) sont de plus caractérisés par:

- Un corps couvert d'écailles imbriquées;
- Un œil de chaque côté du corps;
- Des nageoires ventrales rapprochées des pectorales et situées au-dessus de ces dernières;
- Une seule nageoire dorsale à rayons antérieurs épineux;
- Trois épines à la nageoire anale;
- Une seule narine de chaque côté.



Figure 19: *Oreochromis niloticus* **(Original, 2022).**

3.1.3. Habitat

Tilapia du Nil est une espèce tropicale d'eau douce et d'estuaire. Elle préfère les eaux peu profondes et tranquilles sur le bord des lacs et les rivières larges avec la végétation suffisante **(FAO, 2018)**, ainsi que les eaux fraiches d'une profondeur de 0-6 m **(Froese et Pauly, 2017).**

3.1.4. Répartition géographique

Cette espèce est également cultivée, hors de sa zone originelle puisqu'elle a été introduite de par le monde et est couramment cultivée à travers les tropiques et les sous-tropiques **(Figure 20)** On la trouve dans les lacs, les fleuves et les pisciculturesaussi bien d'Amérique Centrale (Guatemala, Mexique, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Panama),

d'Amérique du Sud (Brésil), d'Amérique du Nord (Etats Unis, etc...) et d'Asie (Sri Lanka, Thaïlande, Bengladesh, Vietnam, Chine, Hong Kong, Indonésie, Japon, Philippines), ce qui lui vaut une distribution actuelle pan-tropicale **(Welcomme, 1988)**. Elle est également cultivée dans les eaux chaudes industrielles en régions tempérées. C'est le cas en Europe, en Allemagne 1977 et en Belgique 1980 **(Al Dilaimi, 2009).**

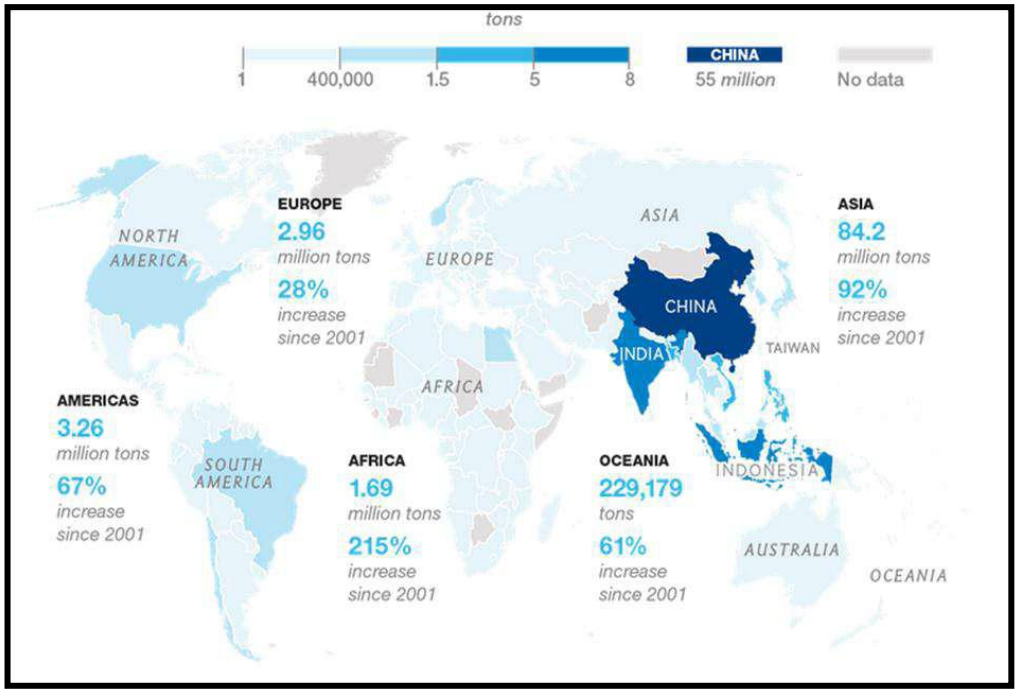


Figure 20: Introduction d'*Oreochromis niloticus* dans le monde **(Boukhris, 2018)**.

3.1.5. Exigences écologiques

a) Température

O. niloticus, espèce thermophile, se rencontre en milieu naturel entre 13,5 et 33°C mais l'intervalle de tolérance thermique observé en laboratoire est plus large: 7 à 41°C pendant plusieurs heures **(Balarin et Hatton, 1979)**. Au-dessous de 16-17°C, il cesse de s'alimenter et devient de plus en plus sensible à une série de maladies **(Chervinski, 1982)**. En ce qui concerne la reproduction, la température adéquate s'échelonne entre 22-30°C **(Huet, 1970)**. Ses meilleures performances de croissance en eau douce sont observées à 28-31°C (**Efole Ewoukem, 2011).**

b) Potentiel d'hydrogène (pH)

De même, la tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. Ainsi le pH idéal étant situé entre 6,5 et 8,5 **(Malcom et al., 2000).**

c) Salinité

Bien que *O. niloticus* soit une espèce d'eau douce, son euryhalinité est bien connue car, on le rencontre dans les eaux de salinité comprise entre 0,015 et 30 ‰. Toutefois, au-delà de 20 ‰, l'espèce subit un stress important qui la rend sensible aux maladies, réduisant sa compétitivité par rapport à d'autres espèces. La reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 ‰ **(Malcolm et al., 2000).**

d) Oxygène dissous (O_2 dissous)

Cette espèce tolère à la fois des déficits et des saturations importantes. Ainsi jusqu'à 3mg/l d'oxygène dissous, *O. niloticus* ne présente pas de difficulté métabolique particulière mais lorsque la concentration d'oxygène dissous est inferieure à 3mg/l un stress respiratoire se manifeste, bien que la mortalité ne survienne qu'après 6 h d'exposition à des teneurs de 3mg/l. Toutefois, *O. niloticus* survit durant plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous très faibles de l'ordre de grandeur de 0,1mg/l **(Benabdellah, 2011).**

e) Les composés azotés

En pisciculture, l'intoxication par l'ammoniaque est étroitement liée au pH, dont l'augmentation entraine la transformation d'une quantité importante de l'ammoniaque totale sous sa forme toxique (NH_3) **(Azaza, 2004)**. La concentration des déchets métaboliques azotés excrétés par les branchies et les urines dépend essentiellement de la température, de la taille des individus ainsi que de la quantité et la qualité de l'aliment distribué. Cette concentration doit être maintenue inférieure au seuil critique d'*O. niloticus*, en ne dépassant pas les 15 mg/l pour les nitrates, 2 mg/l pour les nitrites, et 0,95mg/l pour l'ammoniaque total **(Malcolm et al., 2000).**

f) Photopériode et intensité de la lumière

La photopériode est étroitement liée à la température et agit sur la croissance **(Thabet, 2017).** En effet, chez *O. niloticus*, quand l'action de la lumière est optimale (18H), les hormones de croissance (GH) sont stimulées **(Mélard, 1986).**

Néanmoins, **El-Sayed et Mamdouh (2004)** ont pu montrer que chez cette espèce, il n'y avait pas une différence significative sur les performances de croissance entre les sujets exposés à la lumière 24 h sur 24 et ceux soumis à la photopériode 18 h de lumière et 6 h d'obscurité.

Tableau 3: Qualité d'eau requise pour l'élevage du Tilapia du Nil **(Suresh, 2003).**

Paramètre	**T (°C)**	**Salinité (PSU)**	**Alcalinité (mg/L)**	**Dureté (mg/L)**	**Ammoniac (mg/L)**	**Oxygène dissous (mg/L)**	**pH**
Intervalle	26 - 32	0 – 20	> 20	< 50	< 0,1	3 – 5	6,5 - 8,5

3.1.6. Régime alimentaire du tilapia

Le tilapia est une espèce phytoplanctonophage, c'est-à-dire qui se nourrit principalement de phytoplancton et qui peut aussi ingérer des algues bleues, du zooplancton, des sédiments riches en bactéries et en diatomées, ainsi que des aliments artificiels (**Huchette et Beveridge, 2003; Lacroix, 2004; Ouattara et al., 2009; Avit et al., 2012**). Mais en milieu artificiel cette espèce est pratiquement omnivore valorisant divers déchets agricoles (tourteaux d'oléagineux, drèches de brasserie, etc.) (**Ouedraogo, 2000; Azaza et al., 2006; Ble et al., 2011; Bamba et al., 2015**), tirant partie des excréments de porcs ou de volailles, de déchets ménagers **(Mikolasek et al., 2009; Ipungu et al., 2015)**, acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés (**Lazard, 2009**). Cette capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est phénoménale et est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture (**Kestmont et al., 1989**).

3.1.7. Croissance

Il est couramment admis que les poissons ont un comportement de croissance prédéterminé sous la dépendance des facteurs génétiques et avec lesquels interagissent d'autres facteurs environnementaux. Ainsi, la vitesse de croissance est extrêmement

variable selon des facteurs de contrôle (température) et limitant (nourriture, oxygène, ammoniac) qui affectent la quantité d'énergie disponible pour la croissance. Aussi, d'autres facteurs secondaires non négligeables comme la densité de peuplement et la photopériode peuvent sûrement affecter la croissance de l'espèce **(Lazard et Legendre, 2006).**

En général, *O.niloticus* est connue pour sa croissance rapide et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces du genre, sa durée de vie étant relativement courte (6 à 8 ans) **(Pauly et al. in Malcolm et al.., 2000)**. Par ailleurs, il existe chez *O.niloticus* un phénomène de dimorphisme sexuel de croissance qui apparaît très rapidement en élevage, les mâles ayant de meilleures performances de croissance que les femelles, ceci est dû à la particularité du processus de la reproduction chez la femelle (incubation buccale) et du comportement social (territorialité…) **(Trewavas, 1983).**

3.1.8. Reproduction

En conditions optimales, dans les milieux naturels, les femelles d'*O. niloticus* commencent à se reproduire vers l'âge de 5 à 10 mois. La reproduction chez *O. niloticus* à lieu lorsque la température est comprise entre 28 et 32 C° **(Lazard, 2009).**

Pour se reproduire, les males se réunissent sur une zone de nidification à faible profondeur et sur un substrat meuble (gravier, sable, argile, etc.). Chaque male délimite et défend un territoire, aménage un nid où il tentera d'attirer et de retenir une femelle mature et prête à pondre **(Lacroix, 2004).** Après une parade de synchronisation sexuelle, la femelle dépose un lot d'ovules qui sont fécondés immédiatement par le mâle. Les ovules fécondés sont ensuite repris en bouche par la femelle pour incubation **(Lacroix, 2004).**

La fécondité d'une femelle de tilapia est relativement faible et très variable en fonction du poids, des saisons, de la photopériode et de la concentration en chlorophylle a **(Campos- Mendoza et al. 2004; Peterson et al., 2004 ; Pena-Mendoza et al., 2005)**. Une femelle pesant 100 g peut pondre environ 100 œufs, alors que celle de 600 à 1000 g en pond 1000 à 1500 **(Van Eer et al. 2004).**

Après incubation, les œufs vont éclore dans la bouche de la femelle 4 à 5 jours après la fécondation. La vésicule vitelline est complètement résorbée à l'âge de 11 à 18

jours post-fécondation. Toutefois, la durée de cette phase dépend principalement de la température de l'eau **(Mélard, 2014).**

Dès que la vésicule vitelline est résorbée et que les alvins sont capables de prendre la nourriture exogène, la femelle laisse s'échapper de la bouche un nuage d'alevins qui s'oriente par rapport à la mère et se réfugie dans sa bouche au moindre danger et à l'appel de ses mouvements **(Ouedraogo, 2000; Lacroix, 2004).**

Lorsque les alevins atteignent une taille de 9 à 10 mm, ils quittent définitivement leur mère, celle-ci les libère en eau peu profonde (sur les bords) où ils s'organisent en banc et continuent leur croissance **(Lacroix, 2004).**

La reproduction de *O. niloticus* est très influencée par le stress, le changement de température et les corticostéroïdes **(Gennotte et al., 2012).** Cependant, elle peut se reproduire en captivité sans stimulation hormonale. En condition d'élevage, il peut y avoir un cannibalisme des gros alevins sur les petits à partir d'une différence d'âges de 3 à 4 semaines si la reproduction n'est pas bien contrôlée **(Lazard et Legendre, 1996).** Une femelle en bonne conditions peut se reproduire avec une périodicité de 30 à 50 jours **(Coward et Bromage, 2000).**

3.1.9. Identification des sexes

Chaque producteur de tilapia doit être capable d'identifier et de distinguer las mâles des femelles. Lorsqu4il a atteint sa maturité sexuelle, le mâle de tilapia présente généralement une coloration différente et un comportement plus agressif que les femelles.

Cette coloration spéciale ou prénuptiale fait partie de la communication entre les poissons. Il est assez difficile de reconnaître les mâles des femelles chez *l'Oreochromis niloticus*. Surtout lorsqu'il s'agit de petit individus de 30 g.

- ✓ Le mâle se distingue visuellement par sa papille génitale, située juste derrière son anus.
- ✓ La papille en question est allongée et pointue.
- ✓ Il présente, dans son extrémité distale, l'orifice de l'urètre, canal excréteur de l'urine et de la laitance.

- ✓ La femelle a une papille génitale moins pointue, de forme plus arrondie. Près de la base de la papille, on peut voir l'orifice de l'oviducte d'où les œufs sont expulsés pendant la ponte.
- ✓ Chez les femelles vierges, l'oviducte est moins évident dans l'anatomie de la papille génitale **(Daniel et Suyapa, 2007).**

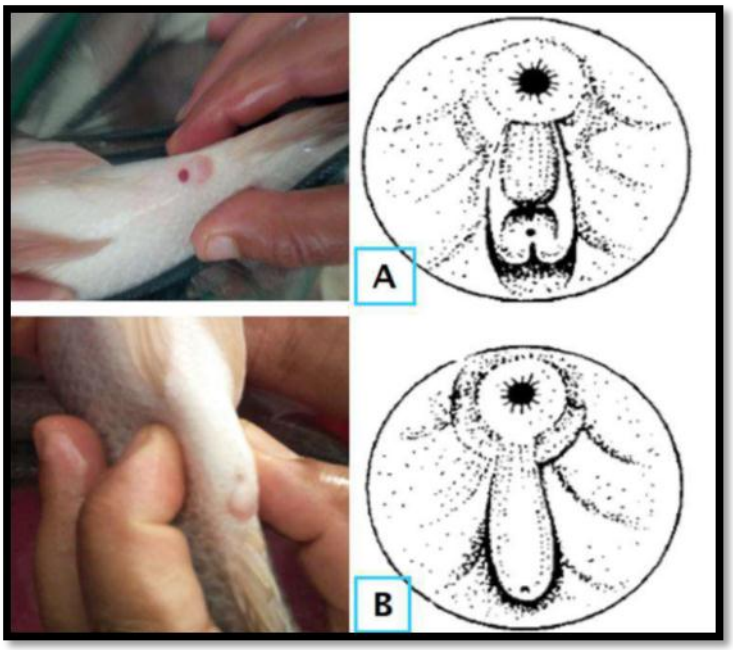


Figure 21: Dimorphisme sexuel de tilapia du Nil *O. niloticus* par la papille génitale des femelles (A) et des mâles (B) **(Adjanke, 2011).**

3.1.10. Longévité et taille maximale

Tilapia du Nil peut vivre jusqu'à 9 ans. Sa taille atteindrait 60cm (LS) et son poids 4,3 kg **(Froese et Pauly, 2017).**

3.1.11. Cycle de vie du Tilapia

En milieu naturel, la reproduction se caractérise par un comportement parental visant à protéger les œufs dès la fécondation. Les sites de frai sont généralement localisés dans des zones de faible profondeur, sablonneuses **(Philippart et Ruwet, 1982)**. Les Tilapias pondeurs sur substrat forment des couples stables et défendent un territoire pendant le frai. Les deux parents creusent un trou pour préparer un nid où les œufs sont déposés, puis fécondés. Ensuite, ils surveillent les œufs et les ventilent à l'aide de leurs nageoires. Après éclosion, un des parents prend soin des alevins pendant que l'autre défend le territoire **(Philippart et Ruwet, 1982).**

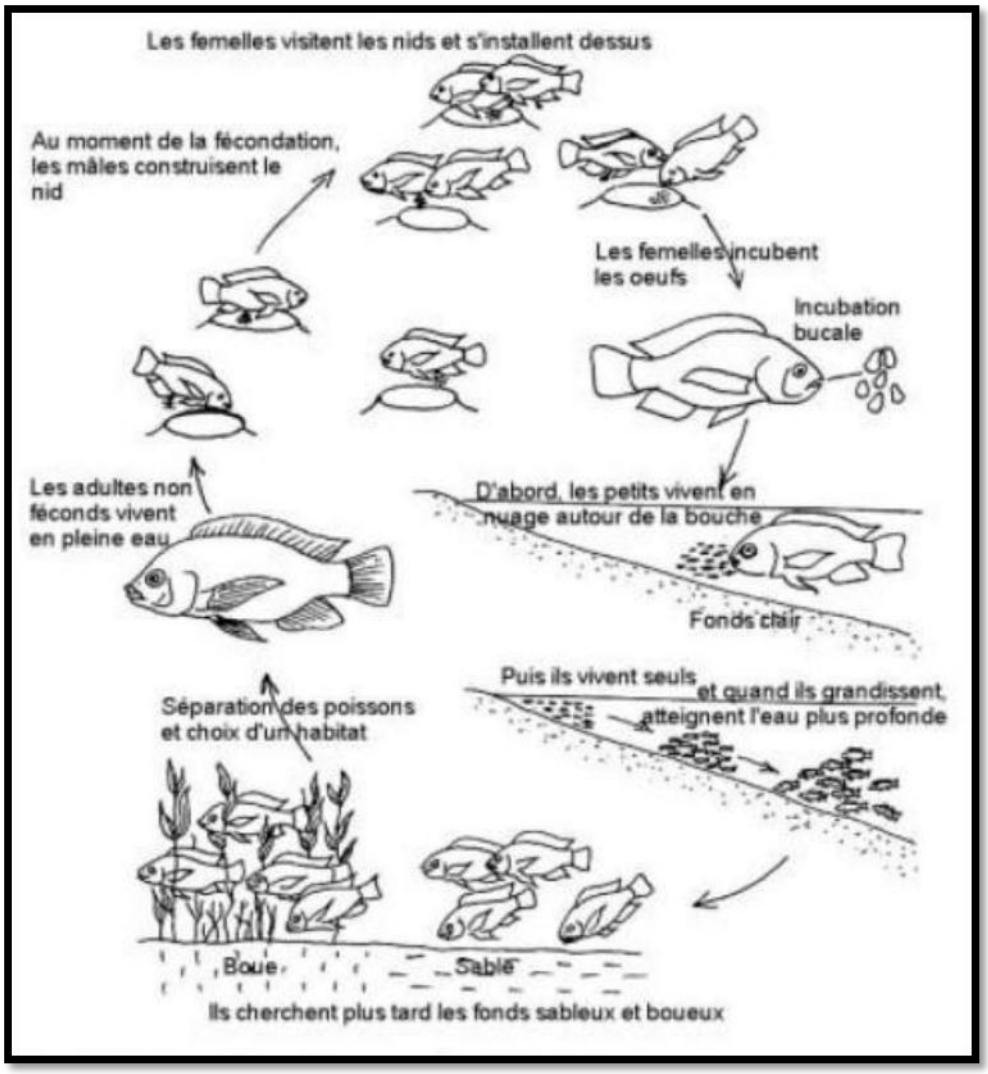


Figure 22: Le cycle naturel du tilapia (**Lacroix, 2004).**

3.1.12. Besoins en nutriments

La composition d'un aliment équilibré à la fois en protéines, lipides, glucides, vitamines, minéraux et eau influence grandement la croissance, la reproduction et le comportement des poissons.

a) Protéines

La protéine est une substance indispensable à la croissance des poissons. Les besoins alimentaires du poisson dépendent des espèces et du stade de développement des individus **(Halver, 1976).** Ainsi, les travaux de **Liu et Luo (2018)** ont montré que les juvéniles de *O. niloticus* nourris avec un aliment à 35% de protéines ont une meilleur performance de croissance que ceux nourris avec un aliment à 25% de protéines.

Cependant, l'aliment pour poissons est constitué majoritairement de sources protéiques d'origine animale (farine de poisson). Cette utilisation de la farine de poisson a une conséquence sur le prix de l'aliment, d'où son coût élevé. Alors, il sera intéressant de valoriser les protéines d'origine végétale **(Collins et al., 2013).** Ces auteurs ont montré que dans les aliments pour salmonidés et poissons marins, 80 à 90 % de la farine de poisson peut être substituée par les produits végétaux sans effets délétères **(Médale et al., 2013).**

b) Lipides

Les lipides sont une bonne source d'énergie. Beaucoup d'études sont réalisées pour améliorer les performances de croissance, par l'incorporation des acides gras insaturés (A.G.I.) dans l'alimentation des poissons **(Wang et al., 2017)**. Les travaux de **Azaza et al. (2005),** ont montré qu'un régime alimentaire standard à 6% de lipides, n'a aucun effet néfaste sur les performances de croissance chez *O. niloticus*. Pour avoir des poissons riches en lipides, il est nécessaire d'augmenter sa teneur dans l'alimentation des poissons. Mais, la teneur maximale en lipides dans l'aliment de *O. niloticus* est estimée à 18 %. En effet, un aliment trop gras (teneur > 18 %) peut créer des problèmes d'indigestion chez cette espèce **(Silva, 1996; Fanda-Ngandeu, 2012).**

c) Glucides

Une alimentation riche en glucides permet aux espèces herbivores, comme *O. niliticus*, d'économiser les besoins en protéines **(Philips, 1972)**. Cependant, les travaux de **Nagayama et Saito (1969)** ont montré que les aliments riches en glucides ont un effet négatif sur l'activité des protéases et accroît l'activité des amylases chez *O. niloticus*.

d) Vitamines

Selon **Halver (1976),** la vitamine B1 est très importante dans l'alimentation des poissons particulièrement *Oreochromis niloticus*. Elle joue un rôle primordial dans l'utilisation d'hydrate de carbone. Ainsi, des études ont montré que *Oreochromis niloticus* n'a besoin que de 2% de mélange de vitamines dans son régime alimentaire (**Ly et al. 2018).**

3.2. Production mondiale

En 2015, le groupe des Tilapias a occupé le troisième rang en termes de production à l'échelle mondiale après les Cyprinidés et les Salmonidés. La production globale de tilapia a augmenté rapidement depuis les années 80 et elle a atteint 3.670.259 tonnes en 2014 **(FAO, 2017).** En termes de localisation géographique, l'Asie représente plus de 80 % de la production de tilapia dans le monde, avec la Chine comme le plus grand producteur avec 1M tonnes. Par contre, et bien que l'Afrique soit le continent d'origine des tilapias, la production y reste encore extrêmement limitée (tout en excluant l'Egypte et le Zimbabwe) **(FAO, 2017).**



Figure 23: Principaux pays producteurs du tilapia du Nil **(F.A.O., 2006).**

3.3. La Tilapiculture en Algérie

Selon **Boutouchent (2002),** les premières introductions du tilapia en Algérie remontent au début des années 1960, avec des tilapias mozombica et zilli en provenance de la France. Ces introductions ont été effectuées par J. ARRIGNON à titre expérimentale et ont été déversés à Ain Skhouna (W. Saïda) et dans les wilayas de Biskra et El Oued.

En mai 2002, et dans le cadre de la coopération sectorielle Algéro-Egyptienne, la souche pure de l'*Oreochromis niloticus*, provenant d'Egypte a été introduite en Algérie.

L'introduction s'est effectuée par voie aérienne (Caire-Alger) et a porté sur 4000 alevins et 200 géniteurs. Les poissons ont été entreposés dans un premier temps, au niveau de la station de Mazafran (ONDPA) et CNRDPA de Bou-Ismail à titre préventif du point

de vue sanitaire. Ensuite, ces poissons ont été distribués aux agriculteurs pour en faire de la pisciculture intégrée à l'agriculture **(Boutouchent, 2002).**

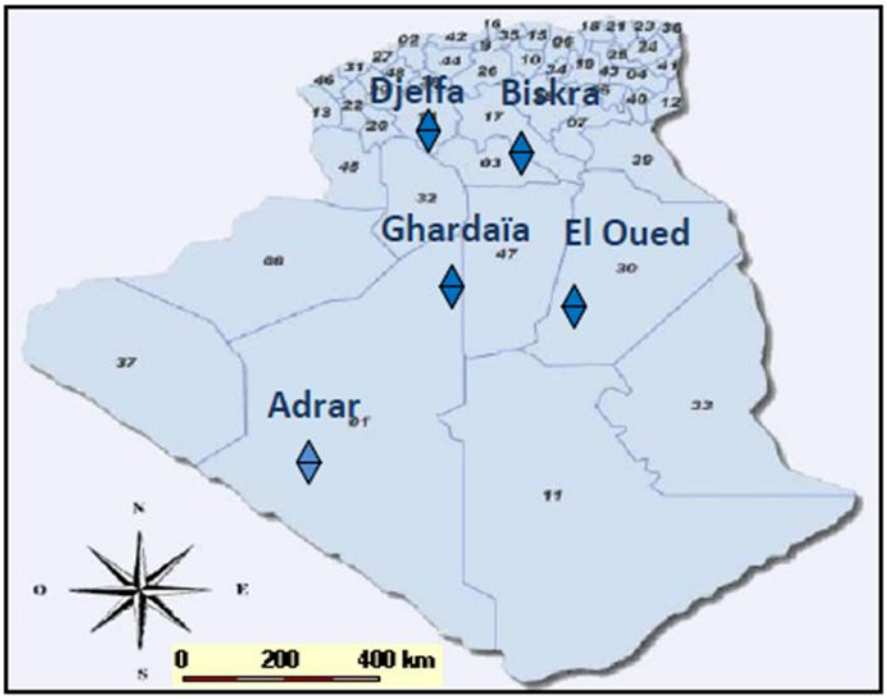


Figure 24: Carte indiquant les lieux d'introduction *d'O niloticus* en Algérie **(in Alliouche, 2010).**

3.3.1 Production en Algérie

En Algérie, l'élevage de Tilapia est une activité nouvelle; l'introduction de cette espèce est très récente (mai 2001) et les travaux de recherche la concernant sont peu nombreux tel que ceux de **(Bouroubi et Zeghimi, 2004)** et **(Bouzid et Farah, 2004).** L'espèce Tilapia est élevée en raison de sa rusticité aux conditions climatiques et surtout en zone saharienne dont la température de l'eau et la salinité stimulent sa croissance et sa reproduction **(Cherif et Djoumakh, 2015).**

En vue de développer la pêche continentale et l'aquaculture intégrée à l'agriculture, l'administration a récemment importé *Hypophthalmichthys molitrix* de Hongrie et *Oreochromis niloticus* d'Egypte **(F.A.O., 2020).**

L'office national de développement et de production aquacole (O.N.D.P.A.) et les responsables de l'instance égyptienne des ressources halieutiques sont parvenus à un accord sur l'introduction du Tilapia en Algérie. Suite au succès de la première expérience

concernant le lancement en 2001 de la production du tilapia en Algérie, une cargaison, estimée à 1,5 t d'alevins de tilapia a était livrée. Ces alevins destinés pour le repeuplement des barrages, bassins, et rivières, ont bien supporté le climat froid, des régions nord d'Algérie. Ensuite, l'Algérie est maintenant passée à l'étape de la production artificielle. Il s'agit de la création de fermes spécialisées dans la culture du tilapia selon des techniques modernes.

Les entrepreneurs privés qui ont reçu un soutien financier dans le cadre du programme d'appui à la relance économique et dont les projets devraient être opérationnels permettront la création de 303 emplois répartis comme suit: Ferme d'élevage de tilapia du Nil dans le Sud du pays: 139 emplois (six cadres, 10 techniciens, 123 ouvriers). **(Benammar, 2017)**. La disponibilité en eau, les nombreux bassins et canaux d'irrigation ont permis de planifier le développement d'un pôle d'aquaculture intégrée à l'agriculture, basée sur l'élevage extensif des poissons d'eau douce (principalement de tilapia du Nil et ses hybrides tels que le tilapia rouge) en synergie avec les activités agricoles **(F.A.O., 2018).**

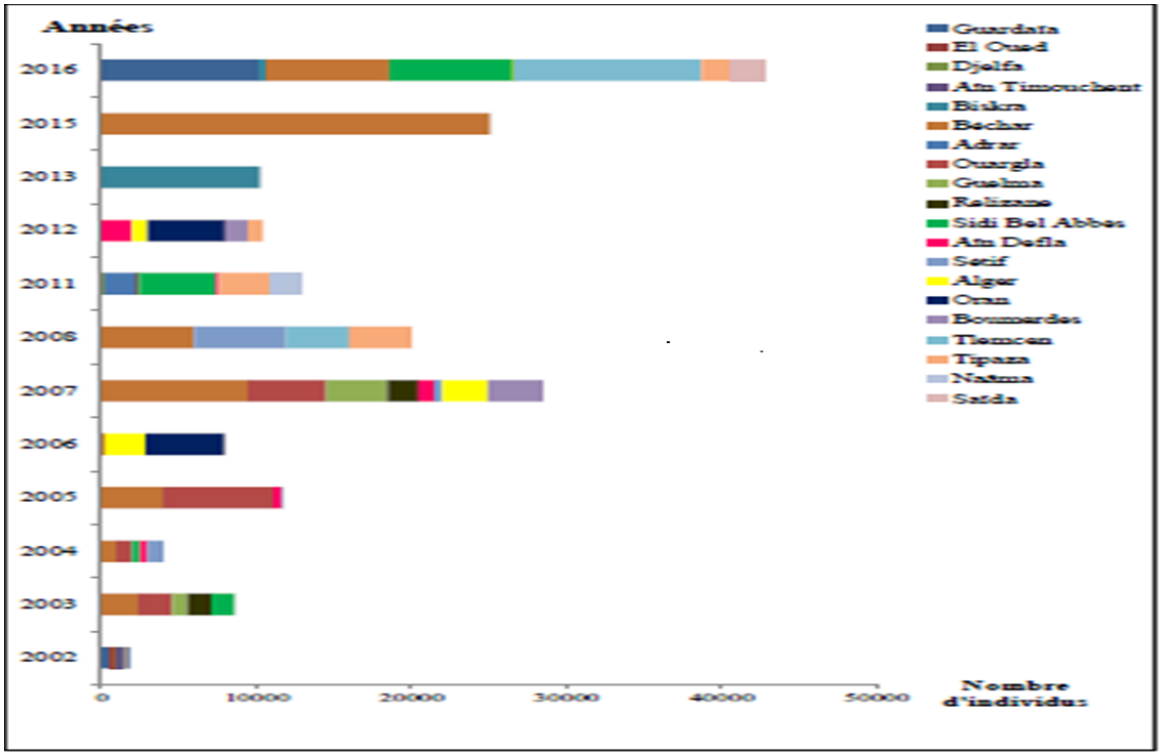


Figure 25:La production de tilapia du Nil en Algérie représentée par wilaya

(CNRDPA, 2017).

3.4. Importance des tilapias

Grâce à sa valeur nutritive riche en acides aminés indispensables et en acides gras de bonne qualité nutritionnelle, le tilapia *O. nilotocus* est très comestible avec une chair très appréciée par les consommateurs, ce qui fait de lui un poisson très commercialisé **(Lovell, 1995; Lim, 1989).**

Les tilapias présentent de nombreux avantages qui expliquent leur succès en aquaculture. Tout d'abord, leur régime alimentaire opportuniste permet des apports alimentaires appropriés à tous les degrés d'intensification, y compris une simple fertilisation organique/minérale des étangs **(Lacroix, 2004; Lazard, 2009)**. Leurs caractéristiques biologiques (reproduction continue, comportement parental très développé avec incubation buccale des œufs et alevins, …) permettent une reproduction aisée en élevage **(Lazard et Legendre 1996; Koné et Teugels, 1999; Lacroix, 2004; Panfili et al. 2004).**

La production des tilapias a une grande importance économique et écologique dans les pays africains **(Adebo et Alfred, 2008)**. Elle est la principale source de revenus pour les pisciculteurs **(ADB, 2005)**. Leur production est estimée à plus de 9,2 millions de tonnes en 2030 **(FAO, 2014).**

- **Intérêt économique**

- *Oreochromis niloticus* il est le poisson le plus vendu sur la planète.
- *Oreochromis niloticus* sont des poissons exotiques consommés en abondance partout dans le monde.
- La dénomination tilapia s'applique en réalité à différents poissons blancs appartenant à la famille des Cichlideés et notamment *Oreochromis niloticus* et le tilapia du Nil.
- Le Tilapia est le poisson d'élevage par excellence: c'est une des principales espèces d'aquaculture en Asie, en Afrique et en Amérique du sud. Il est le 2ème poisson d'élevage au niveau mondial, après la carpe **(FAO, 2018).**
- -En 2009 le Tilapia était élevé dans plus de 75 pays.
- Les pays plus grands producteurs étant la Chine, la Thaïlande, les Philippines, l'Indonésie, Taïwan, l'Égypte, la Colombie, Cuba, le Mexique.

- 40% à 50% de la production mondiale de tilapia proviendraient de Chine. Ce qui ne va pas sans poser de problèmes vu le nombre de fraudes dans cette filière piscicole. Les fermes d'élevage assurent à elles seules la moitié de la production mondiale.
- Une part d'autant plus remarquable que le tilapia, originaire d'Afrique, n'a été introduite qu'en 1978 en Chine, dans la province centrale du Hubei **(FAO, 2018).**

La production mondiale de tilapia a dépassé les 7,6 millions de tonnes en 2014, dont 6,9 millions sont issus de l'élevage et le reste provient de la pêche. Il s'agit du second groupe d'espèces élevées à travers le monde, derrière les carpes (19,3 millions de tonnes) et devant les salmonidés (3,17 millions de tonnes de saumons et truites).

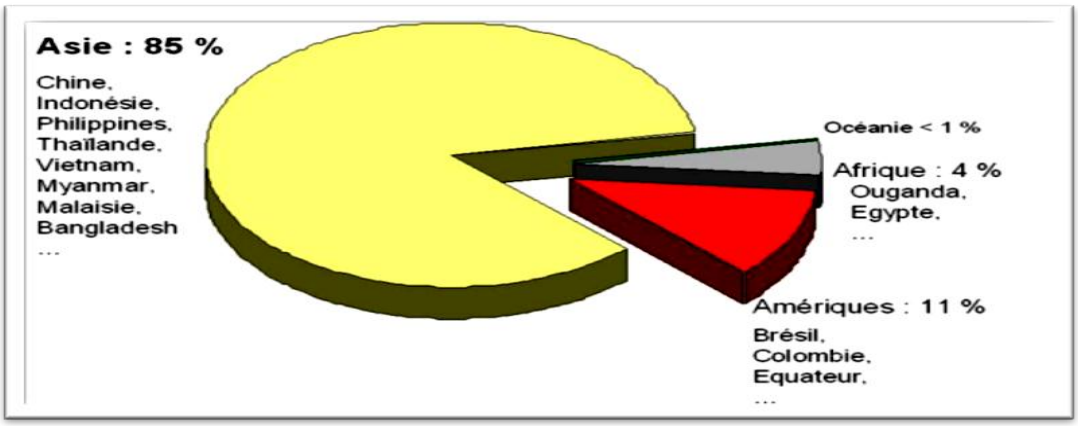


Figure 26: Production de Tilapias et Cichlideés **(FAO, 2018).**

3.5. Composition chimique globale et valeur nutritionnelle de la chair du tilapia

Le poisson est un produit carné dont la qualité nutritionnelle est proche de celle de la viande. La chair du poisson contient en moyenne 70 à 80% d'eau, 16 à 22% de protéines, et des lipides en quantité très variable allant de 0,5 à 20 % selon les espèces et leur alimentation **(Médale, 2005).** La chair est très pauvre en glucides, sous forme de glycogène, sa teneur est généralement inférieure à 1%. La teneur en collagène est faible, habituellement inférieure à 3% **(Regost, 2001).** Les poissons sont riches en vitamines liposolubles A et D et en vitamine hydrosoluble B **(Médale, 2010).** Ils constituent une bonne source de minéraux comme le calcium, l'iode, le fer, le phosphore et le potassium **(Leduc, 2011).** Cette composition est variable en fonction des différences anatomiques, des variations physiologiques, du sexe, des saisons, des individus, de la nourriture et de l'environnement **(Enkoro, 2006).**

Le tilapia possède une capacité supérieure, par rapport aux poissons marins, de bioconversion des acides gras en C18 à chaine plus longue ou plus insaturée par des systèmes enzymatique catalysant leur élongation et leur instauration **(Tocher et al., 2002).**

La composition chimique et les valeurs nutritionnelles de l'espèce *O. niloticus* sont résumées dans le Tableau suivant:

Tableau 4: Composition chimique et valeur nutritionnelle de 100g de la chair du tilapia du Nil **(Projet Composition nutritionnelle des produits aquatiques, 2007).**

		Moyenne	**Min**	**Max**
Valeur nutritionnelle	Valeur calorique en Kcl/100g	93	84	98
	Valeur calorique en Kj/100g	392	355	413
	Humidité en g/100g	78,5	77,0	80,0
	Cendre en g/100g	0,8	0,6	0,9
	Protides en g/100g	18,1	17,4	19,4
	Glucides en g/100g	0,5	0,1	1,6
	Lipides totaux en g/100g	2,1	1,5	2,7
	Cholestérol en mg/100g	39,5	32,5	43,5
Vitamines	Vitamine A µg/100g	< 2	-	-
	Vitamine E en mg/100g	0,93	0,73	1,16
	Vitamine D en µg/100g	15,61	<0,5	53,60
	Vitamine B1 en mg/100g	< 0,04	-	-
	Vitamine B2 en mg/100g	0,05	0,04	0,07
	Vitamine B5 en mg/100g	0,68	0,41	26
	Vitamine B6 en mg/100g	0,23	0,18	0,30
	Vitamine B12 en mg/100g	1,07	0,13	1,77
	Caroténoïde totaux mg/100g	-	-	-
	Sodium en mg / 100g	28,3	23,9	
	Calcium en mg / 100g	8,2	7,5	9,1
	Potassium en mg / 100g	282	229	331
	Magnésium en mg / 100g	25,4	23,8	27,2
	Fer en mg / 100g	0,27	0,21	0,35
	Cuivre en mg / 100g	< 0,1	-	-

Minéraux et oligoéléments	Zinc en mg / 100g	0,32	0,28	0,35
	Manganèse en mg / 100g	< 0,1	-	-
	Phosphore en mg / 100g	131	118	148
	Iode en µg / 100g	6	3	13
	Sélénium en µg / 100g	18	12	23
	Chlorures en mg / 100g	-	-	-
Acides gras	AG saturés mg / 100g	565	387	751
	AG monoinsaturés mg / 100g	643	456	809
	AG polyinsaturés mg / 100g	440	356	561
	Dont oméga 6 mg / 100g	278	157	485
	Dont oméga 3 mg / 100g	158	75	271

3.6. Digestion des aliments chez le tilapia du Nil

Étant un ensemble des processus permettant la transformation mécanique et chimique des aliments ingérés, la digestion chez le tilapia *O. niloticus* est assurée grâce aux nombreuses dents pharyngiennes pluricuspides que possède cette espèce et qui la rendent capable de broyer et d'utiliser une large gamme d'aliments végétaux, notamment les algues, les macrophytes et les végétaux très fibreux **Moriarty, 1973 Trewavas, 1983 Lim, Bowen, 1982 1989; Smith, 1991 Tengjaroenkul, 2000; (El-Sayed, 2006)**. En effet, le tilapia *O. niloticus* est doté de la capacité à trier et à rejeter les particules non alimentaires ingérées (sable, etc.), en raison de l'action de ses petites dents pharyngiennes qui préparent l'aliment à l'hydrolyse, dont la digestion est adaptée à la décomposition des parois cellulaires végétales et à la dégradation des matières organiques résistantes, grâce au pH très acide (pH<1,5) induit par la sécrétion de l'enzyme pepsinogène dans son estomac **Moriarty, 1973; Trewavas, 1982; Hepher, 1988;. Smith et al., 2000; Chan et al., 2004 (El-Sayed, 2006;** D'après certains auteurs précités, l'élongation remarquable de l'intestin chez le tilapia *O. niloticus*, fournit une grande surface de contact pour la digestion et l'absorption des nutriments en général et des acides aminés en particulier, sur la totalité de sa longueur. Ainsi, pour **NRC (2011)**, le niveau de la digestion et de l'assimilation des nutriments chez le tilapia est fortement tributaire du degré de l'activité des enzymes digestives correspondantes, lequel dépend de la différenciation des organes digestifs impliqués, et augmente généralement à la suite de la consommation alimentaire.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I. Présentation de la wilaya de Médéa

I.1. Situation géographique

La wilaya de Médéa enserrée entre les longitudes 2°10′ et 3°20′ Est et les latitudes 35°26′ et 36°30′ Nord, se situe au centre géographique de l'Algérie du Nord et occupe la partie centrale du Tel.

Médéa est à la fois une ville et une wilaya du Nord de l'Algérie elle est située à 90Km au Sud-Ouest de la capitale Alger et à 42 km de Blida, occupant une position géographique centrale. Située au cœur de l'Atlas Tellien, la wilaya de Médéa d'une superficie de 8740km^2 est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.

Sur le plan administratif, Le territoire de Médéa est organisé en 64 communes réparties à travers 19 daïras. Au dernier recensement de la population (RGPH, 2008) le nombre d'habitants était de 1639864 habitants avec une densité moyenne de 188 habitants au km^2.

Une telle position géostratégique, fait de cette wilaya une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le sud du pays, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'une autre part.

La wilaya de Médéa servi par la route nationale n°01 est délimitée:

- Au nord par la wilaya de Blida
- à l'ouest par la wilaya d'Ain Defla et Tissemsilt
- au sud par la wilaya de Djelfa
- à l'est par la wilaya de M'sila et Bouira

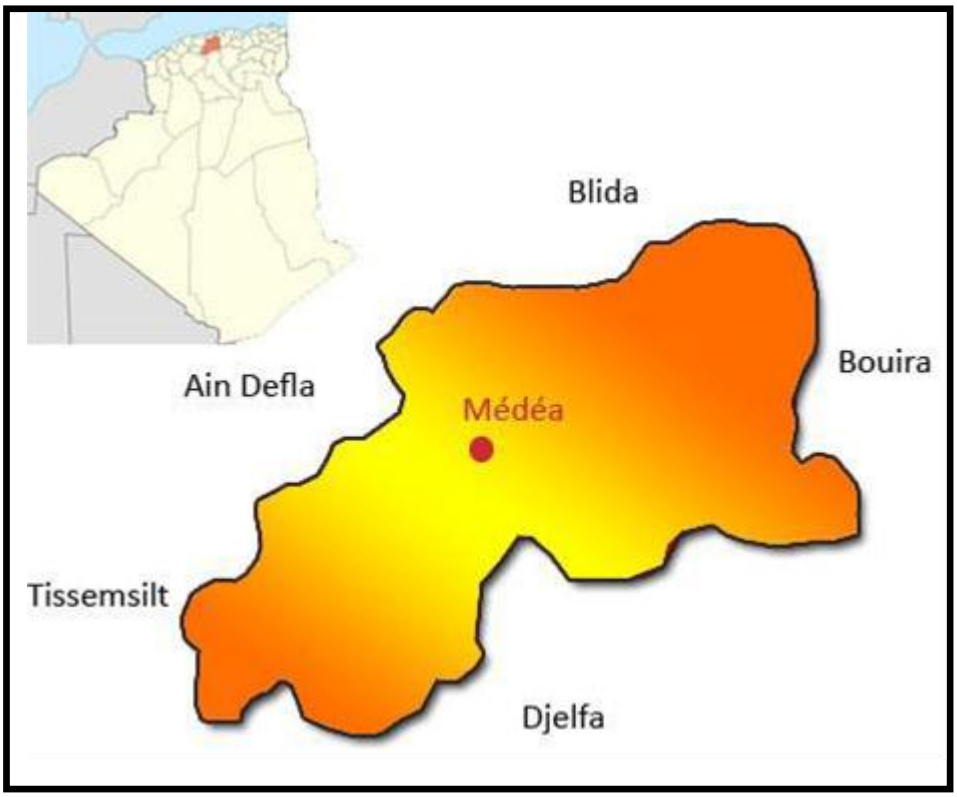


Figure 27: la situation géographique de la wilaya de Médéa

(D.E-Médéa, 2022).

I.2.Le relief

La wilaya de Médéa est située au cœur de l'Atlas Tellien se caractérise par un relief mouvementé découpée en quatre zones naturelles:

- ✓ **Le tell montagneux**

Il forme une bande quasi–continue ceinturant la wilaya à l'ouest et au nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat .C'est une région au relief marqué, avec des altitudes élevées, atteignant 1813 mètres (point culminant de la wilaya), au djebel Ech Chaoun, dans la commune de Derrag, à la limite de la wilaya, non loin de Bordj el Amir Abdelkader situé dans la wilaya de Tissemsilt. Dans la commune de Sebt Aziz, le djebel Taguensa s'élève à 1710 mètres. Au centre de la wilaya le col de Benchicao se situe à 1267 mètres, alors que le djebel Mouzaïa s'élève jusqu'à 1603 mètres, et le djebel Beni Messaoud à 1492 mètres.

- ✓ **Le tell collinéen**

Située au cœur de la wilaya, vers la partie sud-est, les monts qui constituent le Kef Lakhdar, dans la commune qui porte le même nom, culminent à 1467 mètres. Le djebel Chaaba, situé entre le Kef Lakhdar et les monts de Tablat, il est constitué d'une succession de plusieurs monts, orientés est-ouest dont le plus élevé se trouve à 1303 mètres.

- ✓ **Les plaines du tell**

A l'intérieur de cet ensemble montagneux, on retrouve insérée une dépression plus ou moins large, en forme de gouttière qui s'étale d'ouest en est jusque dans la wilaya de Bouira. Ces plaines de Beni Slimane sont bordées au nord par les hauts piémonts de l'Atlas Tellien et les reliefs du Titteri.

- ✓ **Le piémont méridional du tell**

La zone sud de la wilaya correspond aux hautes plaines steppiques, dont les altitudes sont autour de 700 et 800 mètres. La transition entre les montagnes du nord et les hautes plaines situées au sud, est assurée par des glacis, le plus souvent encroûtés. D'une topographie à pente douce, à plan légèrement incliné, cet unité morphologique est caractéristique des zones arides et semi arides de l'Algérie **(C.F-Médéa, 2022).**

I.3. La géomorphologie

La wilaya de Médéa se situe au centre géographique de l'Algérie du Nord et occupe la partie centrale du Tell qui s'étend des monts de Bouira à l'Est à ceux de l'Ouarsenis à l'ouest et allant des versants Sud de l'Atlas Blidéen au nord jusqu'aux premiers contacts des monts du Titteri avec les hautes-plaines au sud. Un relief contrasté, constitué de montagnes de l'Atlas tellien, du plateau de Médéa et de la plaine des Béni Slimane **(D.E-Médéa, 2022).**

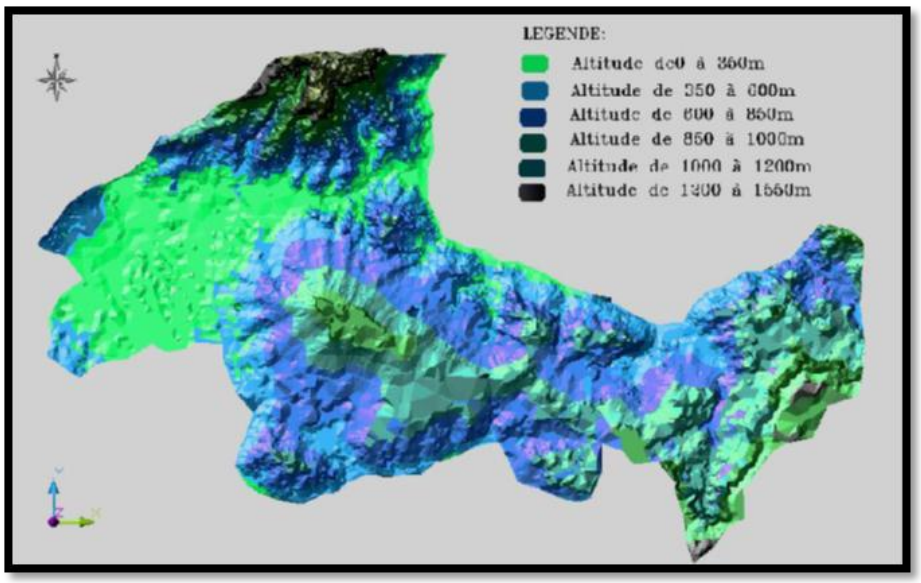


Figure 28: Carte des classes d'altitude

(D.E-Médéa, 2022).

I.4.Climatologie

Médéa appartient à l'étage bioclimatique sub-humide avec des hivers froids et des étés chauds.

-Malgré la proximité de la mer, l'effet de continentalité se fait ressentir dans la région. La pluviométrie est caractérisée par son intensité et son irrégularité avec une moyenne annuelle des précipitations de 800mm.

-La neige, le gel sont des agents climatiques qui caractérisent le climat de la région. Ils ont parfois des effets néfastes sur l'agriculture, la mécanique des sols et les infrastructures.

-La moyenne des températures entre les mois les plus froids et les mois les plus chauds varient entre 6,45°C et 24,6°C.

-La moyenne des températures des mois les plus froids sont de 6°C à -9°C (mois de

Décembre – Février).

Les vents dominants viennent de l'ouest et du nord et soufflent pendant la saison froide et pluvieuse car de haute pression s'installent sur le tell elle subit l'influences des systèmes de vents fréquents et violent en hivers et en été des vents variables **(D.E-Médéa, 2022).**

I.5. Géologie et pédologie

Sur le plan géologique, la région de Médéa s'inscrit dans le cadre de la formation de la chaîne tellienne. Elle se compose d'unités structurales différentes, de par leur faciès, leur contexte sédimentaire et leur évolution. Parmi les formations géologiques les plus importantes que l'on retrouve dans la wilaya, on a :

- ✓ **Le Trias**

Constitué de gypse et, mêlé le plus souvent à des dolomies et des cargneules, il est le soubassement le plus ancien de la région. Les intrusions les plus importantes sont :

- Le bled Harmela à Tletat Douair,
- Le Mallegrassoum d'AinBoucif.

- ✓ **Le Crétacé inférieur**

Cette unité constitue la partie nord de la wilaya, c'est-à-dire l'Atlas Blidéen et le prolongement de la chaîne des Bibans. Elle se présente principalement, sous trois faciès lithologiques, qui sont les marnes, les argiles et localement dans des proportions moindres des calcaires, des schistes et des quartzites.

- ✓ **L'unité Epi-tellienne**

Cette unité fait suite à l'unité précédente, elle va du Crétacé jusqu'à l'Eocène. Elle présente un faciès essentiellement marneux. Elle s'étend sur une grande zone dans la partie occidentale de la wilaya, font partie de cette unité, les collines de Berrouaghia et de Seghouane, ainsi que les monts de Ouled Hellal.

- ✓ **Les unités gréseuses**

Les formations gréseuses affleurent sur de grandes surfaces dans la wilaya de Médéa. Elles constituent l'ossature des chaînes de montagnes orientales et méridionales, ainsi que le plateau de Médéa.

- ✓ **Les formations quaternaires**

Formations récentes, détritiques, composées essentiellement d'éléments fins remaniés, (argiles, limons, sables et graviers), ils constituent la couverture superficielle des plaines **(C.F-Médéa, 2022).**

I.6. La faune et la flore

a) La Faune

La wilaya de Médéa, recèle de par la diversité des écosystèmes (montagne, steppe, forets, zone humides, …) une diversité faunistique d'environ 35 espèces qu'il y a lieu de protéger.

b) La Flore

La wilaya de Médéa est classée parmi les premières wilayas du pays en matière de couvert végétal. Le patrimoine forestier de la wilaya couvre une superficie de 152,931 HA, soit 17,'43% de la superficie totale de la wilaya. La couverture forestière est marquée par la prédominance des maquis qui occupent 55,14 % de la superficie totale. Les essences forestières représentent une grande richesse pour la wilaya sur le plan de la biodiversité, avec la dominance du Pin d'Alep soit environ 3/4 de la superficie totale.

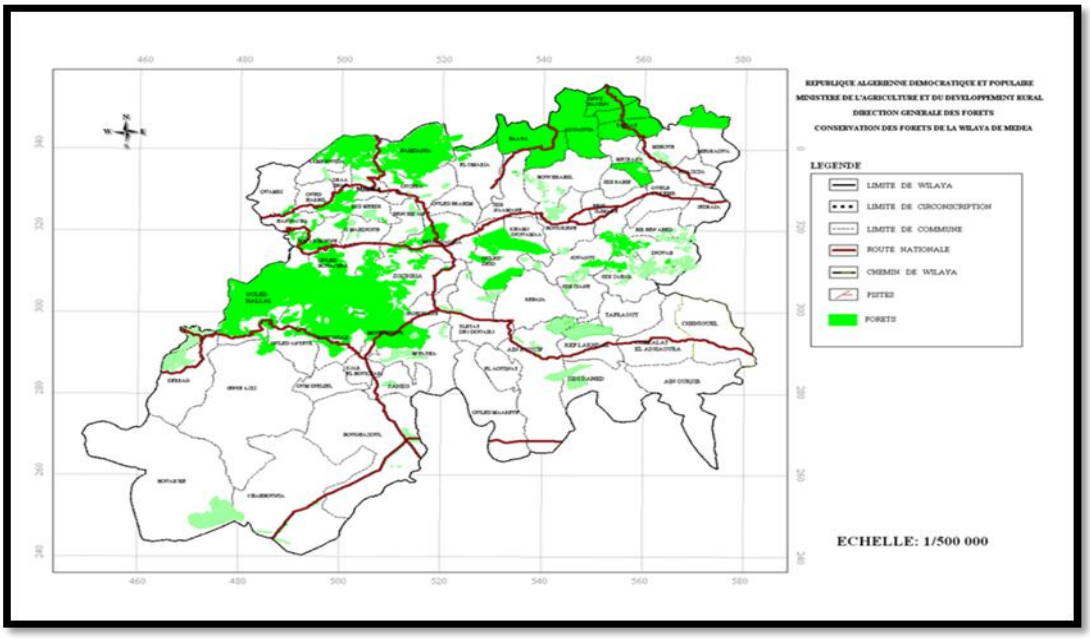


Figure 29: Carte de végétation de la wilaya de Médéa **(C .F. Médéa, 2022).**

I.7. Hydrologie

a) Hydrologie

Le plateau de Médéa est constitués par des grès perméables plus ou moins sableux, d'épaisseur moyenne de 50m, reposants sur une formation marneuse imperméable, les grès sont aquifères et alimentent les sources et les puits de la région. Des intercalations d'argile dans la couche perméable donnent naissance à plusieurs petites nappes superposées.

1/Nappe des formations sableuses.

2/Nappe des grès.

3/Nappe des éboulis.

Les marnes miocènes et les limans argileux qui les recouvrent n'offre aucune ressource aquifère importante, les eaux de ruissellement grossissent rapidement les Oueds, sans grand profit pour la végétation. Quelques sources se manifestent dans les calcaires et quartzites du crétacé et dans les grès du miocène. A une échelle locale on pourra dire que la perméabilité est très faible sur presque la totalité de la surface communale (composition lithologique ayant des éléments très fins comme les marnes et les argiles) et les eaux de pluie rapides entraînent une très faible infiltration au niveau de ces formations. Ajoutons à cela la rareté et la mauvaise répartition des pluies qui tombent souvent sous forme d'orages leurs intensités et leurs fréquences vont diminuées sensiblement du Nord vers le Sud.

b) Contexte Hydrologique

Plusieurs oueds et talwegs drainent les eaux de ruissèlement vers oued Ouzera à travers des échancrures de pentes parfois abruptes, à partir de la ligne de crête qui traverse la commune dans sa partie extrême Sud créant ainsi ce grand bassin versant ces petits talwegs secs sont la conséquence de l'érosion hydraulique et surtout éolienne.

Les principaux cours qui alimentent l'affluent de oued Chiffa sont oued Bodha; oued Chikh Ben Aissa ;oued Benguoua ;oued Aazi ;oued Guergour ;oued Bou Doukhane ;oued Melah ;oued Sidi Ziane ;oued Ghorfa ;oued Sioukh ;oued Ahmer. Ces cours secs captent des faisceaux de talwegs très denses surtout au niveau est de la commune, vers la localité de Ghorarfa. La commune d'Ouzera étant dotée à partir du barrage Ghrib, est dotée de quelques sources éparpillées à l'intérieur de la commune. D'ailleurs, les fractions ont longtemps été alimentées à partir de sources ou puits individuels, dont les débits sont faibles ; variant de

0.05 à 0.2 litres /secondes. Ceci est toujours valable pour les localités de bassal, beni aiche, el kef ghorarfa. Notons également l'importance du puits Safsafui qui alimente la localité d'Achiba par des bornes-fontaines.

II. Présentation de la commune de « BENCHICAO»

II.1. Situation géographique

La commune de Benchicao est située dans l'Atlas tellien dans l'Atlas Blidéen caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. Elle est à environ à 12 km au sud de chef-lieu de la Wilaya de Médéa et à 100 km au sud-ouest d'Alger.

La commune de Ben Chicao est limitée:

- ✓ Au Nord par la commune de Ouzera
- ✓ à l'Est par les communes de Berrouaghia et ouled Brahim
- ✓ au Sud par les communes de Berroughia et Zoubiria
- ✓ à l'Ouest par les communes de si Mahjoub et Tizi Mahdi



Figure 30: Situation de la commune de Ben Chicao **(Anonyme , 2022).**

Le relief dominant dans la commune est marqué par un relief de piémont. Il s'agit à vrai dire d'une série de hautes collines qui s'articulent de part et d'autre des principaux cours d'eau traversant le territoire communal à savoir principalement Oued Gherboussa; Oued Lahrech dans la partie Nord et centrale et Oued Dhaia, Sidi Slimane et dans un tel contexte

physique, le système de pente prends l'allure d'une déclivité prononcée malgré l'existence de plusieurs classes de pentes d'inégales superficies. Ben Chicao présente une topographie de hautes collines et de montagnes dont les altitudes varient entre 623m et 1323 m avec un point culminant au col de Ben Chicao. L'activité dominante dans le commun est l'agriculture, les conditions physiques (climat, reliefs, sol) ont favorisé le développement de cette dernière, en plus de cela il est à noter que Ben Chicao possède une ressource hydrique importante.

Le couvert végétal au niveau de la commune de Ben Chicao s'étend dans les zones montagneuses et qui sont dépourvues de terres à hautes potentialités agricoles sauf quelques maquis en nombre réduit de reconversion à l'agriculture. La superficie totale forestière est de 1200 ha qui représentent 20% de la surface totale de la commune répartie sur 800 ha de forêts domaniales et 400ha de forêts des particuliers **(D.E Médéa, 2022).**

II.2. Le climat

La région de Benchicao est caractérisée par un relief accidenté et des pentes plus ou moins importantes, avec une altitude qui varient entre 1000m et 1200m (zone montagneuse de l'atlas tellien). Le climat de la région de Benchicao est caractérisé par :

- Un automne assez doux et pluvieux,
- Un hiver très froid, pluvieux, neigeux avec des gelées noires,
- Un printemps assez pluvieux avec quelques gelées tardives (gelées blanches),
- Un été sec et chaud **(ONM-Médéa, 2020).**

II.2.1. La température

Les températures de la zone étude collectées durant la période 1990-2015 sont récapitulées dans le **Tableau 5** elles éprouvent d'énormes balancements au cours des mois de l'année. Les températures sont exprimées par les températures des minimas du mois le plus froid (m) et les températures des maximas du mois le plus chaud (M) ainsi que les températures moyennes. Les températures moyennes mensuelles ont un minimum (1.005°C) en janvier et un maximum (M) en juillet (35.23°C).

Tableau 5: Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) de la commune de Benchicao 1990-2015 **(ONM. Médéa.2020).**

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuel
T max	8.71	9.71	4.2	15.5	22.26	30.37	35.23	33.26	2.99	21.9	11.37	8.09	19.57
T moy	1.005	2.37	3.96	6.34	9.62	15.32	17.03	17.74	11.75	4.14	3.76	2.79	7.98
T min	4.58	6.04	9.80	10.92	15.94	22.8	26.1	25.2	18.37	12.66	7.56	5.44	13.75

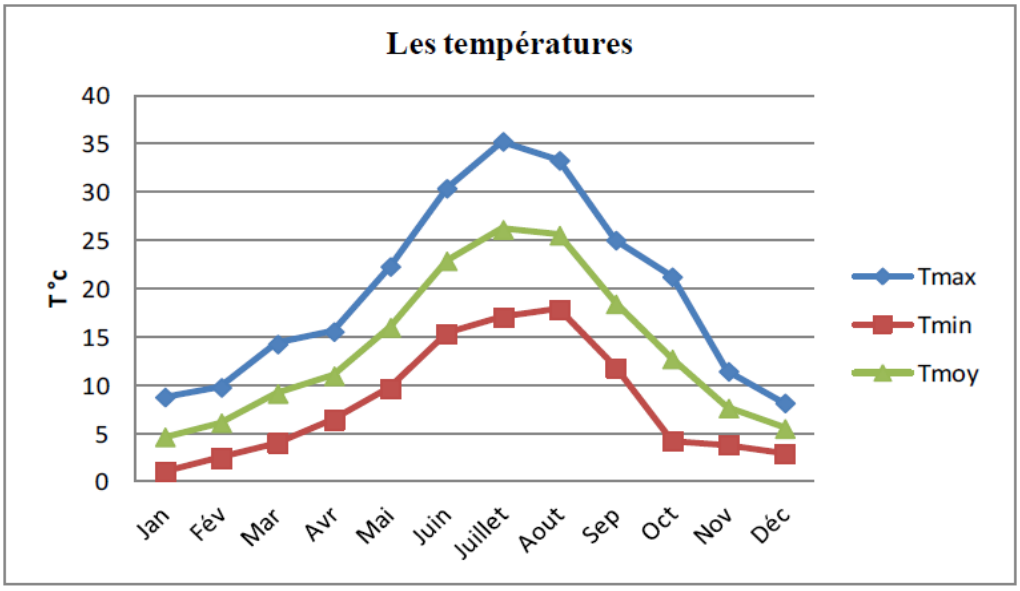


Figure 31: Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015) **(ONM-Médéa, 2020)**

I.2.2. Les précipitations

La moyenne annuelle de pluie calculée pour ce laps de temps (1990-2015) est égale à541,44mm//an.

Tableau 6: **les précipitations mensuelles de la zone d'étude Durant la période 1990-2015 (ONM, Médéa 2020).**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dcm	Annuel
Pr(mm)	75.54	55.52	33.11	68.86	37.51	5.97	13.38	4.05	29.690	56.58	88..86	72.37	541.44

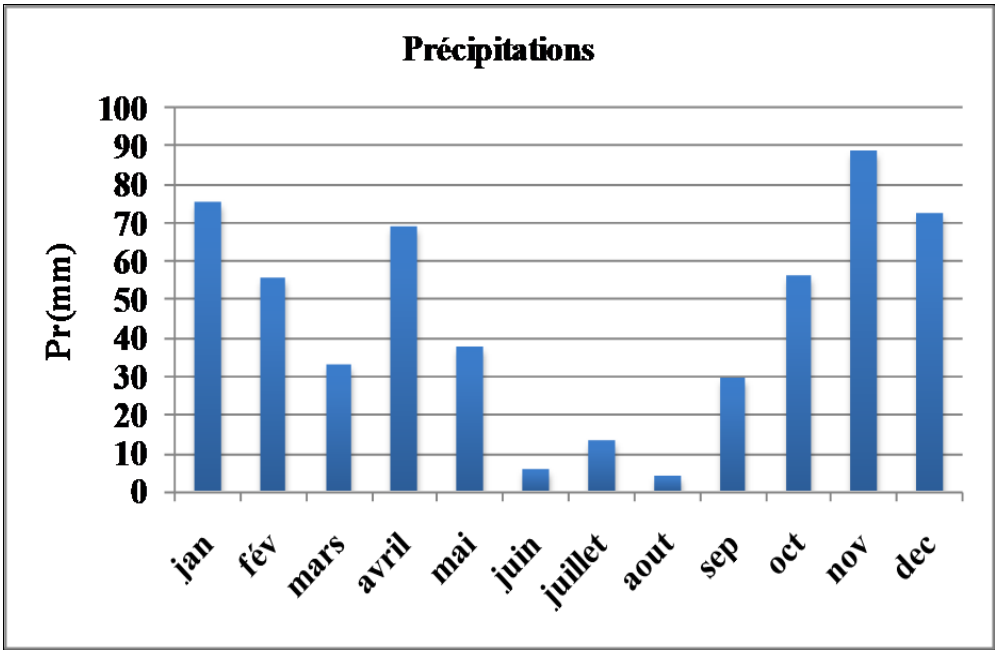


Figure 32: Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa Pour la période 1990-2015 **(ONM. Médéa.2020).**

D'après le diagramme, la moyenne annuelle des précipitations calculée au cours de la période 1990-2015 est égale à 541,44mm/an. La période pluvieuse s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois d'avril avec un maximum pluviométrique qui atteint le 88,86mm au mois de novembre, les mois de juin, juillet et août sont les mois les plus secs avec un minimum enregistré en mois d'Aout atteignant 4,05mm.

III. Description de la ferme « TITTERI AQUACOLE » :

La présente étude est effectuée au niveau de la ferme aquacole qui se situe à Benchicao. Le site est d'une superficie de 6400 m² en terre, ce qui permettra à l'investisseur d'installer son élevage de tilapia, clarias, sandre et carpe dans des bassins.

Ce projet permet de créer de l'emploi de façon permanente et par conséquent va avoir des retombées économiques et sociales bénéfiques au niveau de la région.



Figure 33: La ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE » **(Original, 2022).**

III.1. Objectifs du projet

Ce projet prévoit la mise en place d'une ferme aquacole d'une capacité de 100 tonnes par an en première phase. Cette exploitation est installée dans un site composé de 4 hangars équipés par des bassins de plusieurs tailles.

Les installations existantes:

- 4 Hangars
- 1 local technique
- 1 local pour l'aquariophilie

Espèces produites : Tilapia, Clarias et Sandre et Carpe.

Production annuelle : 300 tonnes

Surface totale de la concession : 6400 m².

Site : Benchicao Centre

Situation : Wilaya de Médéa sur la route nationale n°1 entre Médéa et Berrouaghuia qui relie Alger à Djelfa.

III.2. Contraintes naturelles

Le site est situé à une altitude de 900 m qui nécessite une installation d'un système de chauffage d'eau pour l'élevage de certains types d'espèces prévues. A cet effet, la technologie envisagée pour l'élevage du Tilapia, Clarias et Sandre est une installation en circuit fermé chauffé par des chaudières à gaz.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

L'objectif principal de cette étude est de déterminer l'efficacité d'aliment testé sur la croissance du Tilapia du Nil (*oreochromis niloticus*) avec une comparaison de celui-ci avec un aliment déjà utilisé au niveau de cette ferme (aliment de la ferme).

1. Le matériel utilisé

- **Aquarium d'alevinage** : nous avons utilisé 4 aquariums d'une longueur de 0,44 m, une largeur de 0,32 m et une profondeur de 0,58m pour l'élevage des alevins de Tilapia du Nil au cours de cette étude.
- **Multi paramètre**: Appareil utilisé pour mesurer les paramètres physico-chimiques d'eau (la température, le pH, la conductivité, la salinité, l'oxygène dissous).
- **Balance électronique**: pour mesurer le poids du Tilapia du Nil ou bien la quantité d'aliment distribué.
- **Ichtyomètre** : pour mesurer la taille de Tilapia du Nil nous avons utilisé une règle graduée.

2. Préparations effectuées

2.1. Préparation des aquariums d'alevinage

- ✓ 04 aquariums chaque aquarium peut atteindre un volume de 100L
- ✓ Nettoyage des aquariums utilisés ;
- ✓ Remplissage des quatre aquariums par l'eau de forage;
- ✓ Installation des tuyaux de chauffage (à partir de la chaudière à gaz) et des tuyaux d'oxygénation (à partir de la pompe d'oxygène).

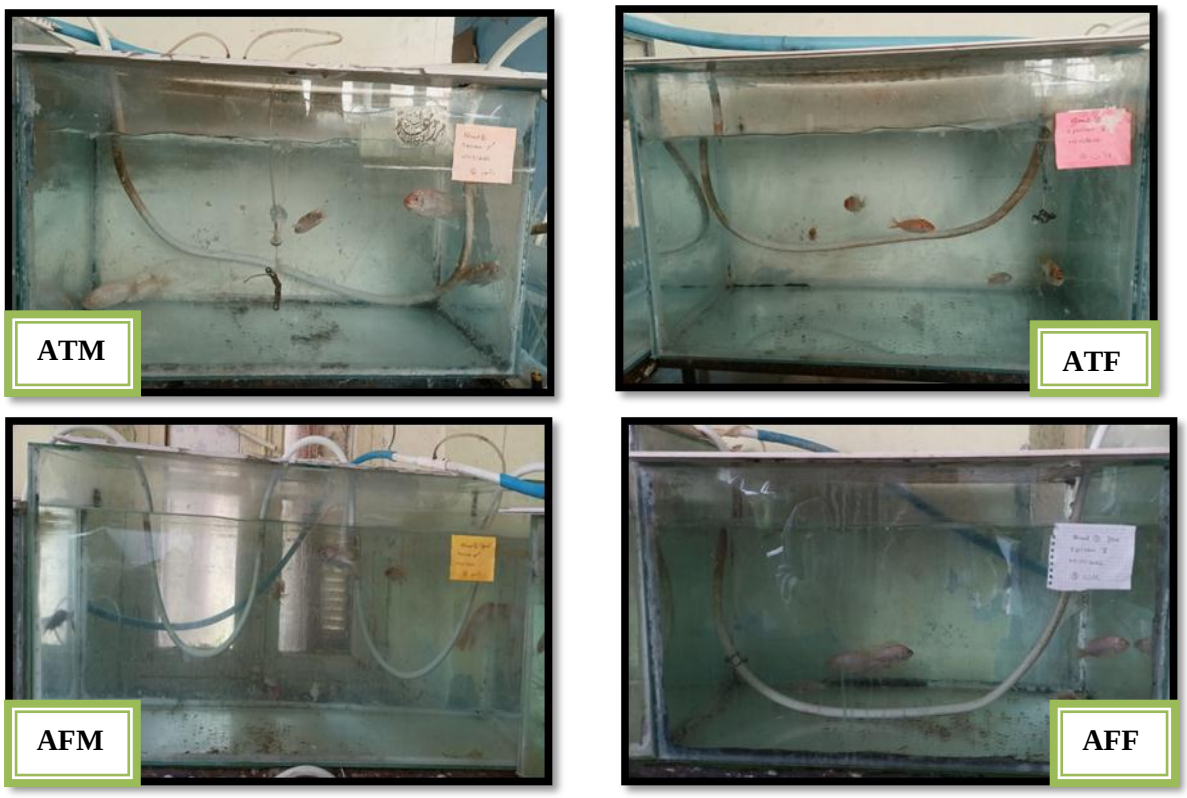


Figure 34: aquariums d'alevinage (**AFM:** Aquarium de la ferme (sexe mâle)

AFF : Aquarium de la ferme (sexe femelle) **ATM :** Aquarium testé (sexe mâles) **ATF :** Aquarium testé (sexe femelle)**).**

2.3. Préparation de l'aliment

2.3.1. Préparation de l'aliment testé

Nous avons préparé l'aliment testé au niveau du laboratoire de la faculté des sciences, à cet effet nous avons utilisé les ingrédients ci-dessous pour préparer 1000g de ce dernier :

- 400 g de Son de blé - 200g de Maïs - 80g de Semoule
- 4g de Luzerne - 0,240g Huile - 10g d'Œuf
- 4g de Sardine de conserve - 0,1g de Levure - 2g de Sel
- l'eau



Figure 35: Les intrants alimentaires.



Figure 36: les intrants alimentaires après la pesée.

- **Les étapes de fabrication de l'aliment testé**

Pour la fabrication de l'aliment testé nous avons procédé comme suit : Broyage des ingrédients secs en fines particules, tamisage des ingrédients moulus avec un tamis, toutes les matières premières sont ensuite pesées et mélangées à la main pendant quelques minutes puis l'huile et l'ouf sont ajoutée. De l'eau est ensuite incorporée au mélange afin d'obtenir une pâte adaptée au pressage. Les filaments résultants du pressage sont ensuite séchés.

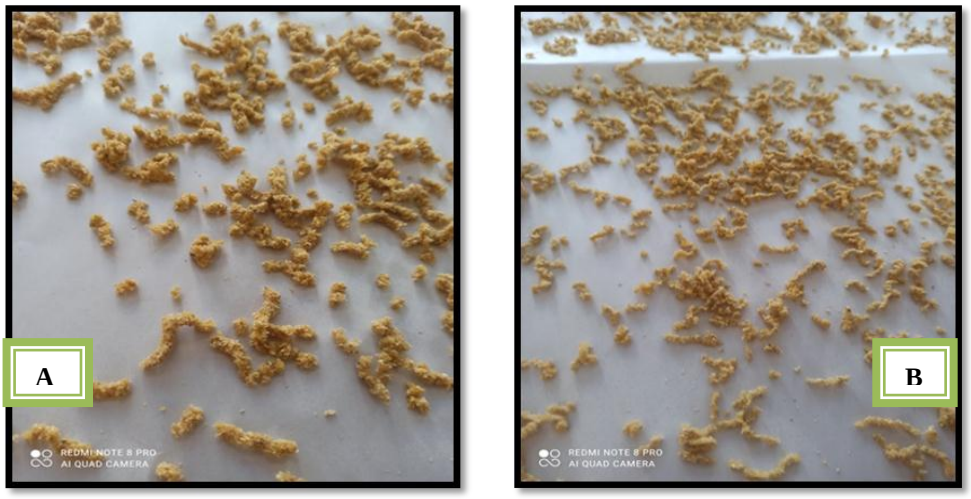


Figure 37: Aliment testé. (**A:** aliment de grand calibre, **B:** aliment de petit calibre).

2.3.2 Aliment témoin

Un aliment commercial a été utilisé comme témoin, celui-ci provenant d'un fournisseur au niveau de la wilaya de Boumerdes est parmi les aliments les plus utilisé au niveau de la ferme aquacole. Ce dernier est composé de: farine de poisson, soja, son de blé, riz et primix (la composition en quantité n'est pas mentionnée sur l'étiquette de cette aliment).



Figure 38: L'aliment témoin (de la ferme)
(Original, 2022)

3. Matériel biologique

- **L'espèce étudiée : *Oreochromis niloticus* (Tilapia du Nil)**

Le Tilapia est un poisson thermophile, se rencontre en milieu naturel entre 13,5 et 33°C; elles peuvent survivre avec moins de 1mg/l d'oxygène mais il est souhaitable de rester au-dessus de 2 mg/l **(Guerrida, 2017).**



Figure 39: *Oreochromis niloticus* **(Original, 2022).**

4. Protocole expérimental

Vingt poissons de Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) âgés de 3 mois ont été répartis sur quatre aquariums (02 aquariums contenant des poissons mâles et 02 aquariums contenant des poissons femelles).

4.1. Suivi des paramètres physicochimiques de l'eau

Les paramètres physico-chimiques des eaux (la température, le pH, la conductivité, la salinité, l'oxygène dissous) pour les quatre aquariums sont mesurés chaque 10 jours à l'aide d'un multi paramètre de marque Consort 113768 afin d'observer l'influence de ces paramètres sur la croissance de tilapia du Nil (*O. niloticus).*

Le taux de renouvèlement d'eau est permanent; on change chaque 5 jour 10 % des eaux d'aquariums.



Figure 40: Multi paramètre de marque Consort 113768.

4.2. Suivi de la croissance

Le contrôle de la croissance des poissons (le poids total et la taille moyenne) a été réalisé chaque 10 jour. Il consistait à peser et à mesurer tous les poissons de chaque aquarium à l'aide d'une balance électronique et d'un ichtyomètre (règle gradué en centimètre). Ce contrôle permet d'évaluer l'évolution de la biomasse et la taille d'*Oreochromis niloticus.*



Figure 41: Mesure de la taille du poisson



Figure 42: pesé des poissons.

4.3. L'alimentation de poisson

L'aliment est distribué à la main trois fois par jour: 8h 00, à 12h00 et à 16h00 chaque jour pendant la durée de l'expérience (78 jours). La ration journalière qui est de 5% de la biomasse présente dans l'aquarium change avec chaque pesée effectuée chaque 10jours.

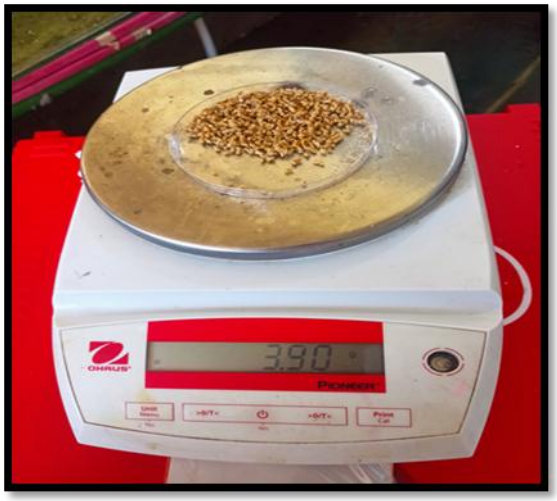


Figure 43: pesée de l'aliment.

5. Calcul des paramètres zootechniques

Pour estimer la croissance des poissons au cours de notre expérimentation, certains indices devraient être calculés, selon (**Diogo et al, 2018**)

- **Poids moyen initial**

Le poids moyen initial (**Pmi**) est calculé en faisant le rapport de la biomasse initiale par le nombre initial de poissons.

Pmi (g) = Biomasse initiale (g) / Nombre initial de poissons

- **Poids moyen final**

Le poids moyen final (**Pmf**) est calculé en faisant le rapport de la biomasse finale par le nombre final de poissons.

Pmf (g) = Biomasse finale (g) / Nombre final de poissons

- **Gain moyen quotidien**

Le gain moyen quotidien (**GMQ**) ou taux de croissance journalier (**TCJ**) représente le gain moyen de poids quotidien obtenu durant la durée de l'élevage.

GMQ (g/j) = (Poids moyen final – Poids moyen initial) / Durée de l'expérimentation

- **Gain de poids**

C'est la quantité de poids gagnée par les individus au cours de l'élevage par rapport à leur poids initial.

GP (%) = (Poids moyen final – Poids moyen initial) /Poids moyen initial × 100

- **Gain de poids (Gp)**

Gp(g) = Pf – Pi

Gp: gain de poids (g)

Pf: Poids corporel final (g)

Pi: Poids corporel initial (g)

- **Taux de croissance spécifique**

Le taux de croissance spécifique (TCS) donne la vitesse instantanée de croissance des poissons.

TCS (% / j) = [(Ln (Pmf (g) - Ln (Pmi (g)) × 100 / Durée d'expérimentation]

- **Indice de conversion alimentaire (IC)**

C'est la quantité d'aliment durant toute la période de l'expérience sur le gain de poids:

IC = Qa/Gp

IC : Indice de conversion alimentaire ;

Qa : Quantité d'aliment distribué (g) ;

Gp : Gain de poids.

- **Taux de mortalité**

Mortalité (%) = 100 – Survie

- **Taux de survie**

Ce taux a permis de connaître l'effet de la substitution sur la suivie des poissons.

TS en% =(Nombre d'individu en fin d'expérimentation/Nombred'individu initial)x100.

6. Analyses statistiques

Durant cette étude et dans l'objectif de donner plus de visibilité à nos résultats obtenus nous avons utilisés certains tests statistiques. Ces derniers ont été effectué par un logiciel qui est IBM SPSS Statistics version20.

- Le **Test T** pour échantillons indépendants permet de comparer la moyenne de deux groupes d'observations. Idéalement, pour ce test, les sujets doivent être attribués de manière aléatoire à deux groupes, de manière à ce que toute différence dans la réponse soit due au traitement (ou à un manque de traitement) et non pas à d'autres facteurs. Donc ce Test est utilisé pour analyser la différence entre les différentes observations (ou moyennes).
- **Les corrélations bivariées** calculent le coefficient de corrélation de Pearson, le rho de Spearman avec leurs seuils de signification. Les corrélations mesurent comment les variables ou les ordres de rang sont liés. Avant de calculer un coefficient de

corrélation, parcourez vos données pour rechercher les valeurs éloignées (qui peuvent provoquer des résultats erronés) et les traces d'une relation linéaire. Le coefficient de corrélation de Pearson est une mesure d'association linéaire. Deux variables peuvent être parfaitement liées, mais si la relation n'est pas linéaire, le coefficient de corrélation de Pearson n'est pas une statistique appropriée pour mesurer leur association. Donc ce test est utilisé pour vérifier l'existence, la qualité et la force d'une relation linéaire entre certaines variables.

- **La régression linéaire** estime les coefficients de l'équation linéaire, impliquant une ou plusieurs variables indépendantes, qui estiment le mieux la valeur de la variable dépendante. Ce test est utilisé pour analyser l'impact (ou l'effet de certaines variables indépendantes sur une variable dépendante). **(IBM SPSS Statistics version20, 2022)**

CHAPITRE IV :RESULTATS ET INTERPRETATIONS

IV.1. Evolution par aquariums

IV.1.1. Evolution des paramètres physico-chimiques de l'eau

Tableau 7:Résultats des paramètres physico- chimiques au niveau des quatre aquariums (AFM, AFF, ATM, ATF) durant cette étude (mars-mai2022).

		AFM	AFF	ATM	ATF
T (°C)	**Max**	27,1	28	29,1	28,9
	Moy± ET	24,79 ±2,50	24,98± 2,75	26,41 ±2,81	26,11 ±2,53
	Min	21	20,9	21,9	22,3
pH	**Max**	8,39	8,38	8,12	8,2
	Moy± ET	8,14± 0,16	8,09 ±0,16	7,87± 0,20	7,94± 0,17
	Min	7,87	7,8	7,52	7,72
Conductivité (µS/cm)	**Max**	2030	1950	2170	1800
	Moy± ET	1220,33±388,57	1156,44±365,68	1339,44±535,47	1101,11±304,73
	Min	873	910	775	840
Salinité (g/l)	**Max**	1,07	0,9	1,1	0,9
	Moy ±Et	0,59 ±0,23	0,57± 0,17	0,66 ±0,28	0,54± 0,15
	Min	0,4	0,4	0,4	0,4
Oxygène dissous (mg/l)	**Max**	1,5	1,52	1,54	1,59
	Moy ±ET	1,50±0,00	1,52 ±0,00	1,54± 0,00	1,59 ±0,00
	Min	1,5	1,52	1,54	1,59

AFM : Aquarium de la ferme (sexe male) AFF : Aquarium de la ferme (sexe femelle)
ATM : Aquarium testé (sexe male) ATF : Aquarium testé (sexe femelle)
Max : maximum Min : minimum Moy : Moyenne ET : écart type

a) La température de l'eau

Tableau 7 et **Figure 44** représentent la variation de la température de l'eau au niveau des quatre aquariums d'*Oreochromis niloticus* durant cette étude. D'après ces résultats nous remarquons que les valeurs enregistrées de ce paramètre varient entre une moyenne minimale de 24,79±2,50 °C (AFM) et une moyenne maximale enregistrée qui est de 26,41±2,81 °C (ATM). A cet effet, ce paramètre est contrôlé au niveau de la ferme et ces moyennes enregistrées sont dus au chauffage des eaux (chaudière à gaz) durant la période d'étude. Ces valeurs respectent les limites de tolérance établies par **Arrignon, (1996)** pour la croissance et la reproduction d'*O. Niloticus* et qui varient entre 21 et 30 °C.

b) Le pH

D'après les résultats du pH le **Tableau 7**et et **Figure45** on constate que les valeurs de ce dernier sont proches avec une moyenne minimale de 7,87±0,20 (ATM), tandis que la moyenne maximale est de 8,14±0,16 (AFM). Ces valeurs moyennes montrent que les eaux ont une tendance alcaline dans tous les aquariums**.** Les valeurs de pH obtenues dans notre étude sont proches aux valeurs de pH recommandées par **Arrignon (1996)** qui propose des valeurs de pH comprises entre 7 et 8.

c) La conductivité électrique

Les résultats de la conductivité électrique illustrés dans le **Tableau 7** et **Figure 46** montrent que les valeurs de la conductivité enregistrées au niveau des 4 aquariums de Tilapia de Nil se situent entre 1101,11±304,73 µS/cm comme une moyenne minimale (ATF) et 1339,44±535,47 µS/cm comme une moyenne maximale (ATM). Une fois comparées aux normes **Arrignon (1996)** et **Suresh (2003)** ces derniers ne présentent pas de valeurs normatives pour ce paramètre. Cependant, les valeurs de conductivité enregistrées respectent les normes marocaines <3000µS/cm.

Si la conductivité est élevée le goût de l'eau sera salé. En plus, une haute conductivité indique la possibilité de la présence, à un niveau important, des ions dangereux à la santé et de la corrosivité de l'eau **Chaibi (2013).**

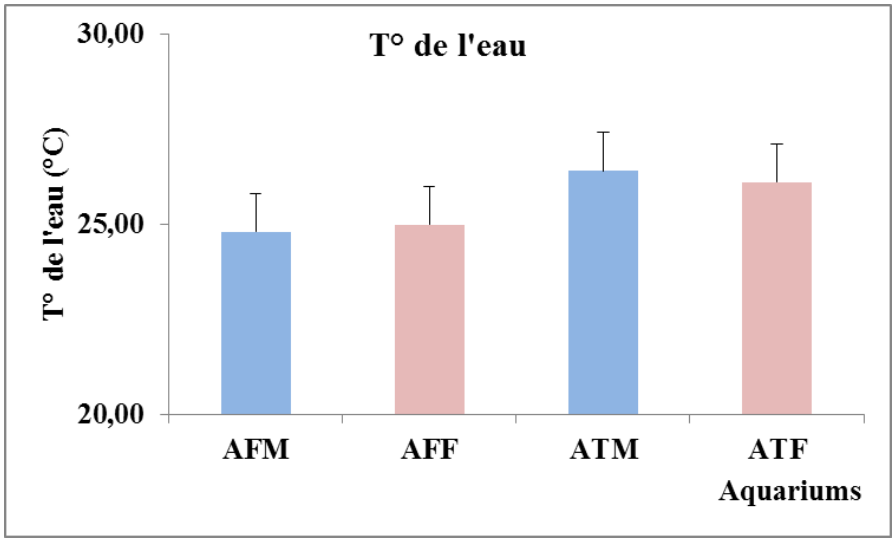


Figure 44: Variation de la température de l'eau au niveau des quatre aquariums.

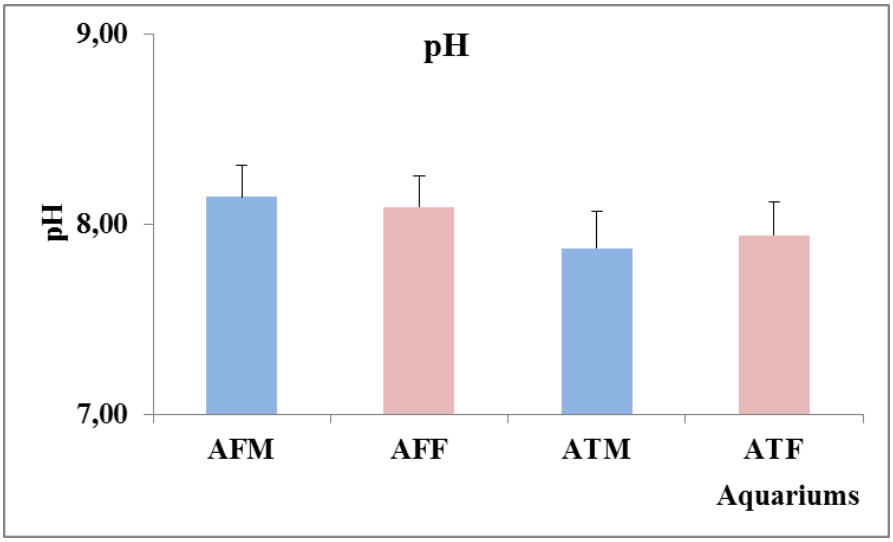


Figure 45 : Variation du pH au niveau des quatre aquariums.

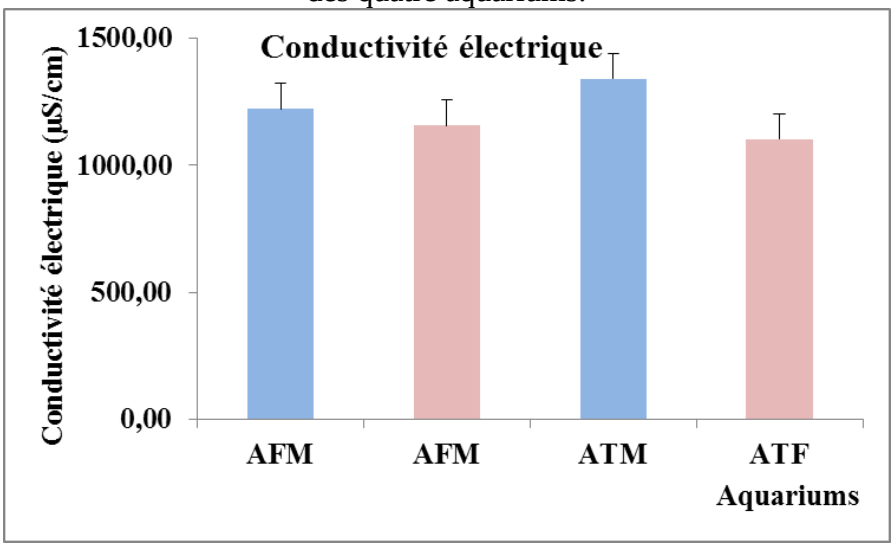


Figure 46: Variation de la conductivité électrique au niveau des quatre aquariums.

d) **La salinité**

La salinité est essentiellement la quantité de sels minéraux dissous dans l'eau **(Alcántar-Vázquez et al. 2014)**.

D'après les résultats du **Tableau 7** ainsi que **Figure 47**, on observe que la salinité enregistrée durant notre étude est comprise entre une moyenne minimale de 0,54±0,15 g/l (ATF) par contre la moyenne maximale est de 0,59±0,23 g/l (AFM). Selon **Arrignon (1996)** une bonne croissance d'*O. niloticus* nécessite une salinité inférieure à 29g/l.

e) L'oxygène dissous

Les résultats indiqués dans le **Tableau 7** et la **Figure 48** font apparaitre que l'oxygène dissous est stable au cours de l'expérimentation, il fluctue entre 0,24 ±0,47 mg/l (AFM) et 0,25±0,50 mg/l (ATF). Ces valeurs moyennes restent inférieures par rapport à la norme établie par **Arrignon (1996)** pour une bonne croissance *d'Oreochromis niloticus* et qui doit être supérieure à 5 mg/l.

f) Analyses statistiques

Les résultats de l'analyse statistique moyennant le Test-t montrent qu'il y a une différence significative entre le pH dans les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment c'est à dire que le pH dans les aquariums alimentées par l'aliment de la ferme diffère significativement de celui dans les aquariums alimentées par l'aliment testé (p=0,001).

D'une autre part, les résultats du Test des rangs de Mann-Whitney utilisé pour le reste des paramètres physicochimiques a montré qu'il n'y a pas de différence significative en ce qui concerne la température, la salinité et la conductivité entre les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment (p obtenues >0,05). Cependant il y a une différence significative en ce qui concerne l'oxygène dissous entre les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment (p=0,00) (Voir annexe).

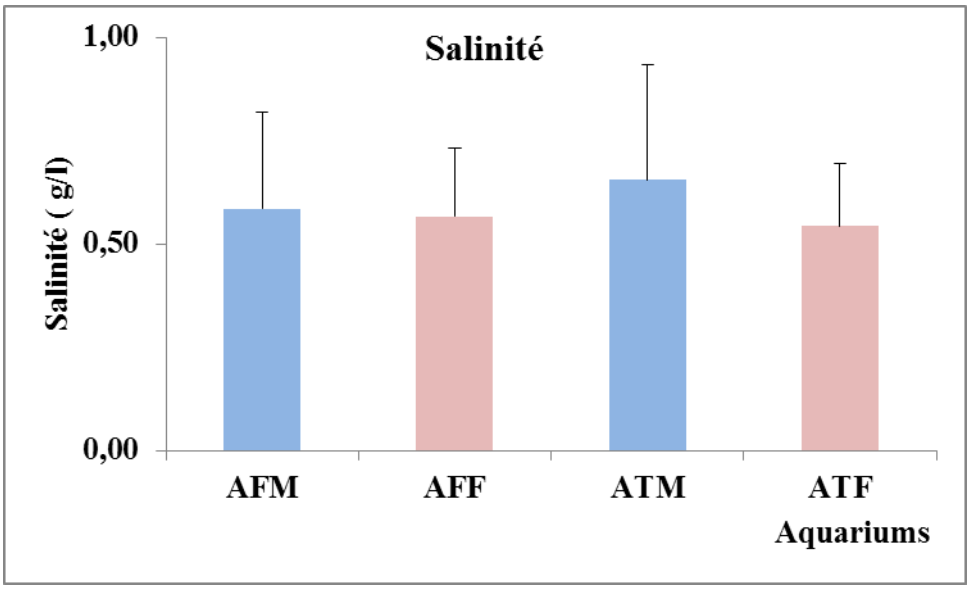


Figure 47: Variation de la salinité au niveau des quatre aquariums.

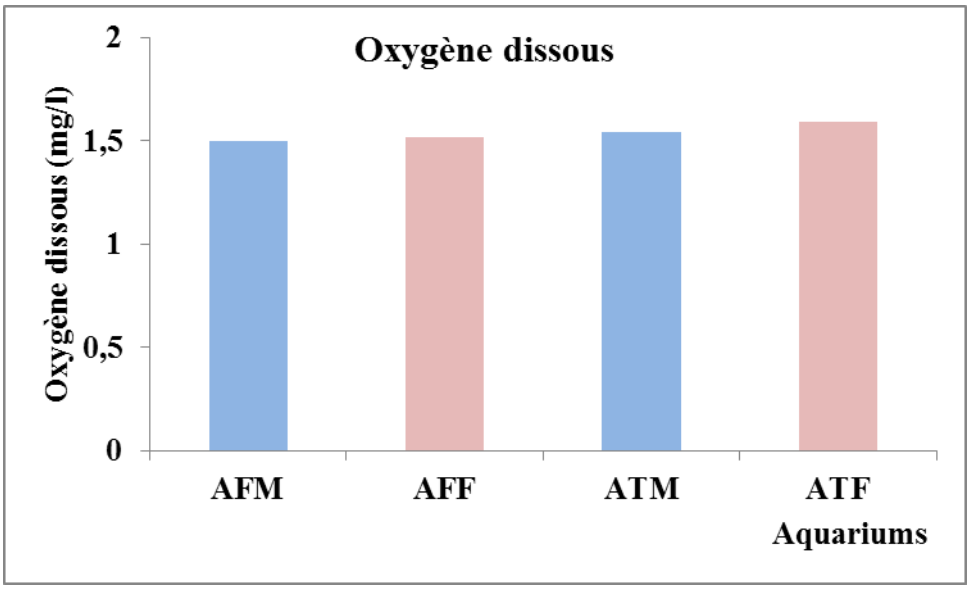


Figure 48 : Variation de l'oxygène dissous au niveau des quatre aquariums.

IV.1.2. Evolution du poids total, de la taille moyenne et de la quantité d'aliment par aquariums

Tableau 8 : Evolution du poids total, de la taille moyenne et de la quantité d'aliment distribué au niveau des quatre aquariums durant cette étude (mars-mai2022).

		AFM	AFF	ATM	ATF
Poids (g)	**Max**	205,21	142,75	147,67	84,69
	Moy±ET	130,09±44,19	98,51±26,99	114,86±21,08	62,81±10,86
	Min	70,24	59	78	50
Taille (cm)	**Max**	13,8	11,9	11,5	9,8
	Moy±ET	11,38±1,73	9,87±1,33	10,74±0,96	8,79±0,78
	Min	8,9	8,1	8,7	7,4
Quantité d'aliment (g)	**Max**	8,86	6,18	7,38	3,48
	Moy±ET	6,02±1,82	4,65±1,14	5,68±1,11	3±0,38
	Min	3,5	2,95	3,9	2,5

AFM : Aquarium de la ferme (sexe male) AFF : Aquarium de la ferme (sexe femelle)
ATM : Aquarium testé (sexe male) ATF : Aquarium testé (sexe femelle)
Max : maximum Min : minimum Moy : Moyenne ET : écart type

a) Le poids total

La **figure 49** et le **tableau 8** montrent l'évolution du poids total *d'O. Niloticus* au niveau des quatre aquariums. En se basant sur ces résultats, il se voit que le poids total des poissons est variable entre les quatre aquariums, celui-ci fluctue entre un poids total moyen minimal de 62,81±10,86g (ATF) et un poids total moyen maximal de 130,09±44,19g (AFM).

b) La taille moyenne

D'après le **tableau 8** ainsi que la **Figure 50** montrant l'évolution de la taille moyenne d'*Oriochromis niloticus* au niveau des quatre aquariums on remarque que la taille moyenne des poissons varie entre 8,79±0,78cm comme moyenne minimale (ATF) et 11,38±1,73cm (AFM) comme taille moyenne maximale.

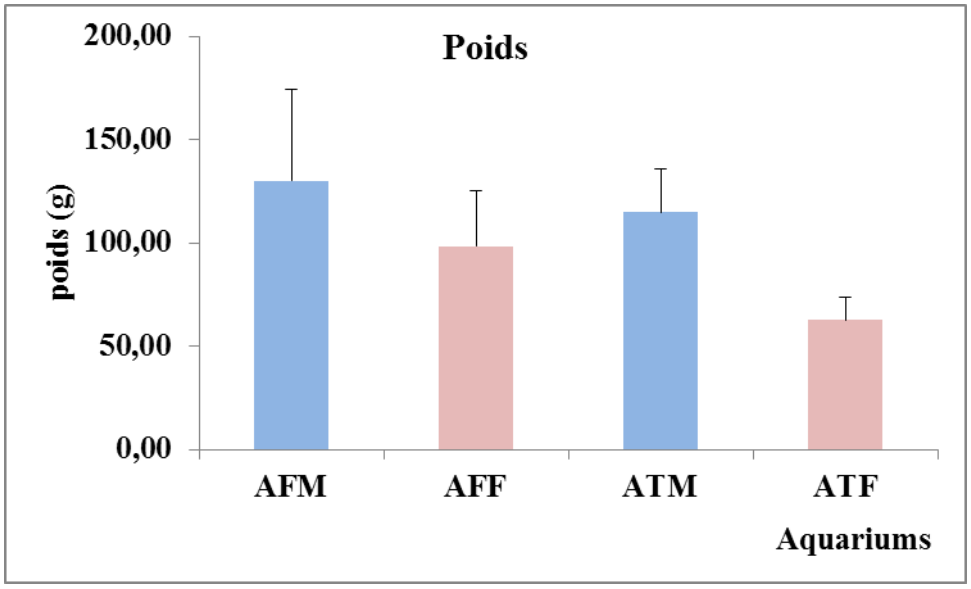


Figure 49: Evolution de poids du d'*Oriochromis niloticus* au niveau des quatre aquariums.

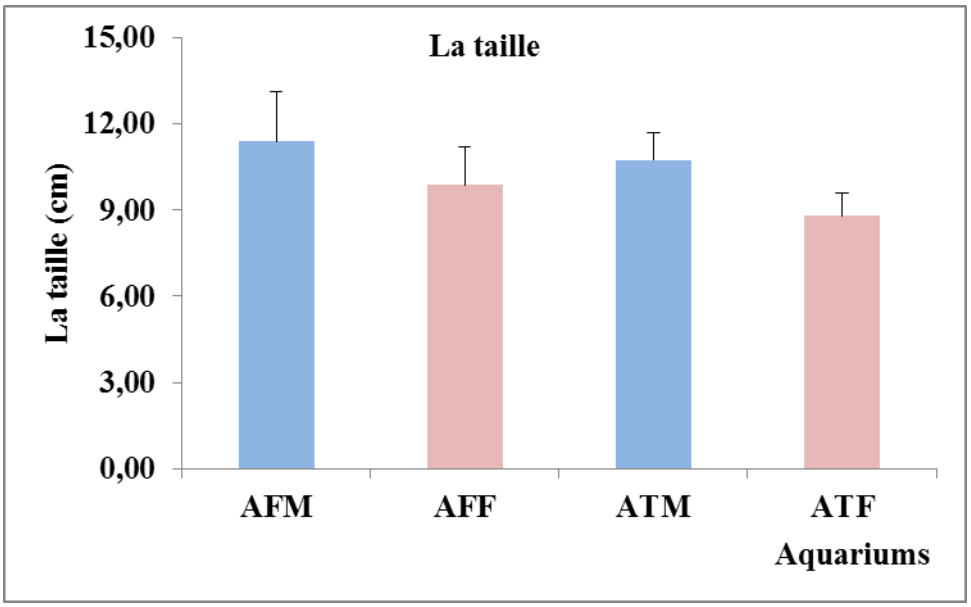


Figure 50: Evolution de la taille *d'Oriochromis niloticus* au niveau des quatre aquariums.

c) La quantité d'aliment

La **figure 51** illustre la variation de la quantité d'aliment distribué au niveau des quatre aquariums d'*Oreochromis niloticus*. Compte tenu de ces résultats nous constatons qu'il y'a une variation de la quantité d'aliment distribué au niveau des quatre aquariums, elle varie entre 3±0,38g (ATF) et 6,02±1,82g (AFM).

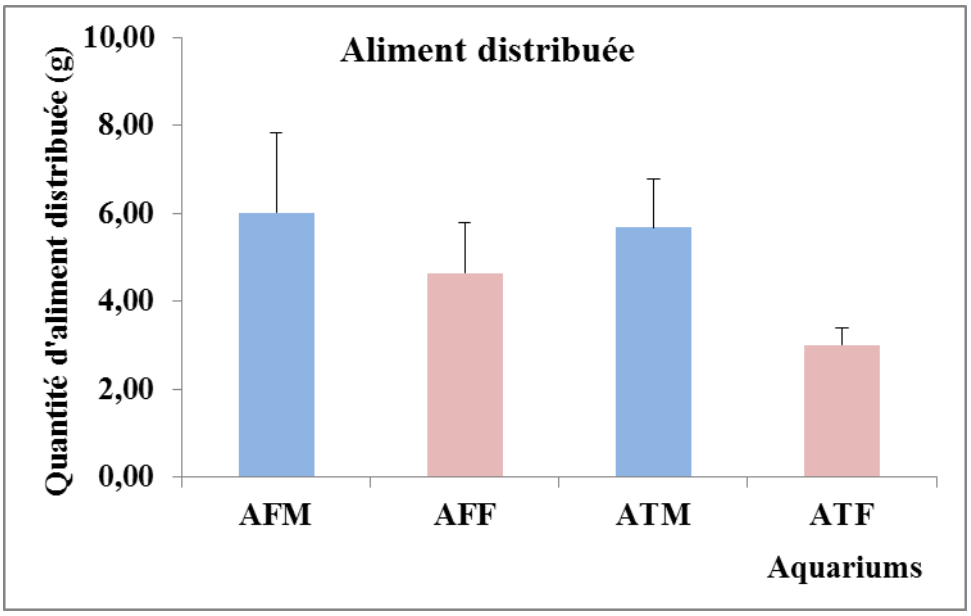


Figure 51: Variation de quantité d'aliment distribuée aux poissons au niveau des quatre aquariums

d) Analyses statistiques

Les résultats du Test-t montrent qu'il y a une différence significative entre l'évolution des poids des poissons nourris par l'aliment de la ferme et ceux nourris par l'aliment fabriqué ou testé (p=0,038). **(Voir tableau 1 en annexe).**

Ce même test (Test-t) a montré qu'il n'y a pas de différence significative (p=0,099) entre l'évolution des tailles des poissons nourris par l'aliment de la ferme et ceux nourris par l'aliment fabriqué (aliment testé)**(Voir tableau 1 en annexe).**

En outre, les résultats du Test-t ont fait ressortir qu'il n'y a pas de différence significative entre les quantités d'aliments dans les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment (p=0,092) (**Voir tableau 2 en annexe**).

IV.2. Evolution temporelle

IV.2.1 Evolution temporelle des paramètres physico-chimiques de l'eau

a) La température de l'eau

La **figure 52** représente la variation de la température de l'eau au niveau des quatre aquariums d'*Oreochromis niloticus* en fonction du temps. D'après ces résultats nous remarquons que les valeurs de ce paramètre varient entre 20,9°C et 22,3°C au début du mois

de mars2022, ces valeurs peuvent être influencées par les températures de l'air en cette période de l'année, puis des augmentations générales de la température de l'eau se font enregistrées au niveau de tous les aquariums, celles-ci atteignant des valeurs maximales entre 28,2 et 29,1°C observées en date du 20 avril2022, suivis par des diminutions brutales de températures de l'eau s'observent pour arriver aux valeurs minimales notées de l'ordre de 21,2 et 22,2°C le 10 mai 2022. Au fait, ces diminutions sont fort probablement dues à un problème technique (une panne de chaudière) au niveau de la ferme. ces valeurs sont suivi d'une autre augmentation générale de la température de l'eau ces dernières atteignent généralement les 27°C en cette date du 17 mai2022.

b) Le pH

La **figure 53** illustre les variations du pH de l'eau au niveau des quatre aquariums *d'O.niloticus* en fonction des dates de prélèvement. En se basant sur ces résultats on constate que le pH est variable durant ces dates, il se situe entre 8,12 et 8,39 au début du mois de mars2022, ensuite on observe une variation de pH durant tout la période d'échantillonnage pour atteindre enfin du moi de mai2022 des valeurs minimales de l'ordre de 7,52 et 7,8.

c) La conductivité électrique

D'après les résultats de la conductivité électrique **figure 54** nous remarquons qu'il y a une variation de la conductivité au niveau des quatre aquariums. La Conductivité varie entre 1090 et 1170 µS/cm au début du mois de mars2022, puis une diminution générale s'observe le 11 mars2022 les teneurs se situent autour de 700-800µS/cm, ensuite il y a une augmentation générale de la conductivité électrique pour atteindre les valeurs maximales enregistrées variant entre 1800 et 2170 µS/cm , suivie d'une autre diminution générale enregistrée à partir du 10 avril2022 sauf l'aquarium (ATM) enregistre une augmentation significative (2150 µS/cm) notée le 17 mai2022.

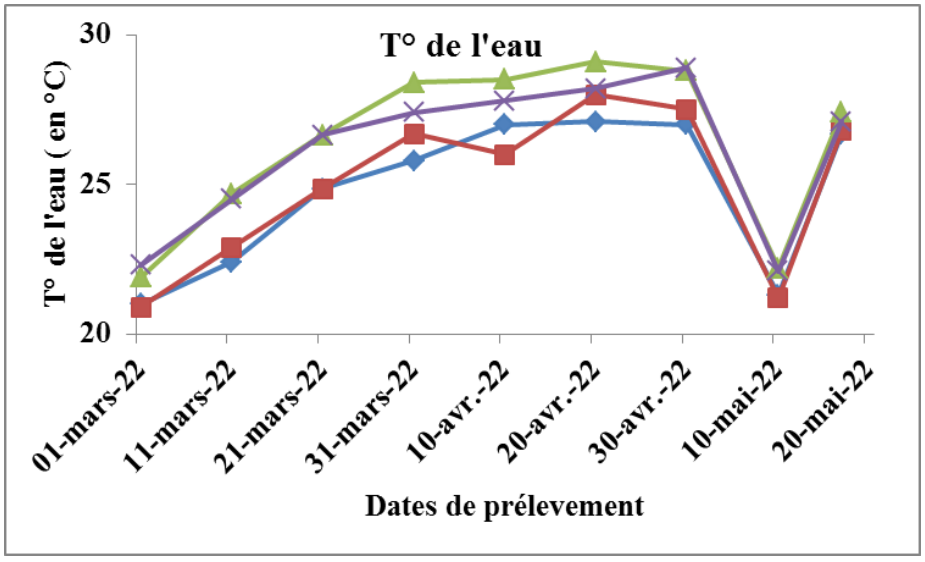


Figure 52: Variation de la température de l'eau
au niveau des quatre aquariums de cette étude.

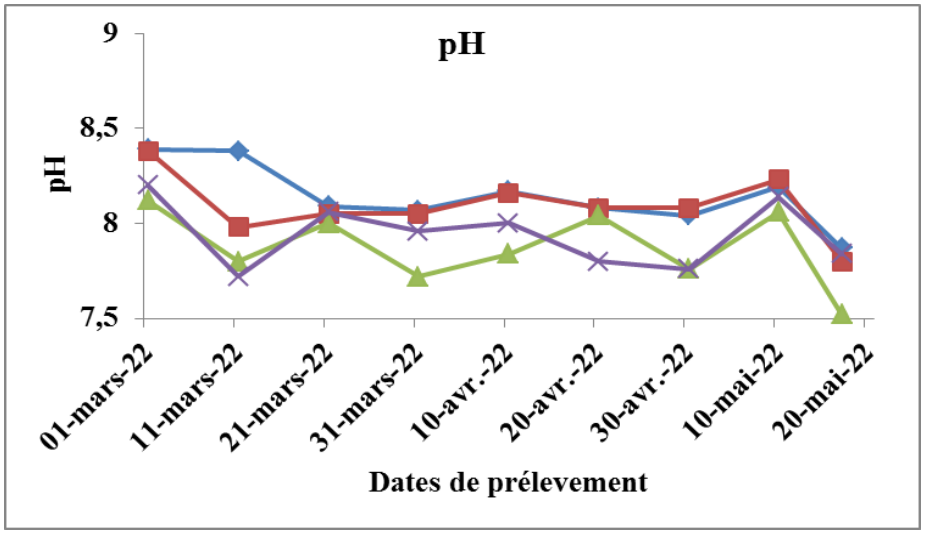


Figure 53: Variation du pH de l'eau
au niveau des quatre aquariums de cette étude.

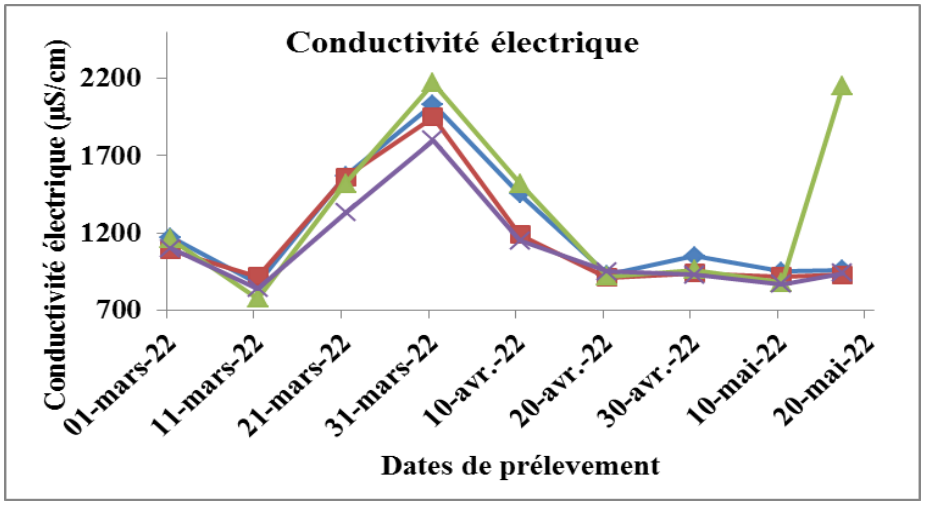


Figure 54: Variation de la conductivité de l'eau
au niveau des quatre aquariums de cette étude.

d) La salinité

Les résultats de la salinité **(Figure 55)** font apparaitre qu'il y'a une variation de ce paramètre au cours de cette étude, les valeurs maximales de ce paramètre s'observent à la fin du mois de mars et varie entre 0,9 et 1,1g/ l. hors ce mois de mars les valeurs de salinité sont moins importantes pour le mois d'avril et mai2022 à l'exception de l'aquarium ATF qui enregistre sa valeur de salinité maximale le 17mai2022 avec une teneur de l'ordre de 1.11g/ l.

e) L'oxygène dissous

La **figure 56** exprime la variation de l'oxygène dissous au niveau des quatre aquariums *d'O.niloticus* en fonction du temps. D'après ces résultats, on observe que l'oxygène est stable, il est de l'ordre de 1,5 mg/l durant toute l'expérimentation**.** Cela peut être dû à une erreur de mesure durant notre étude.

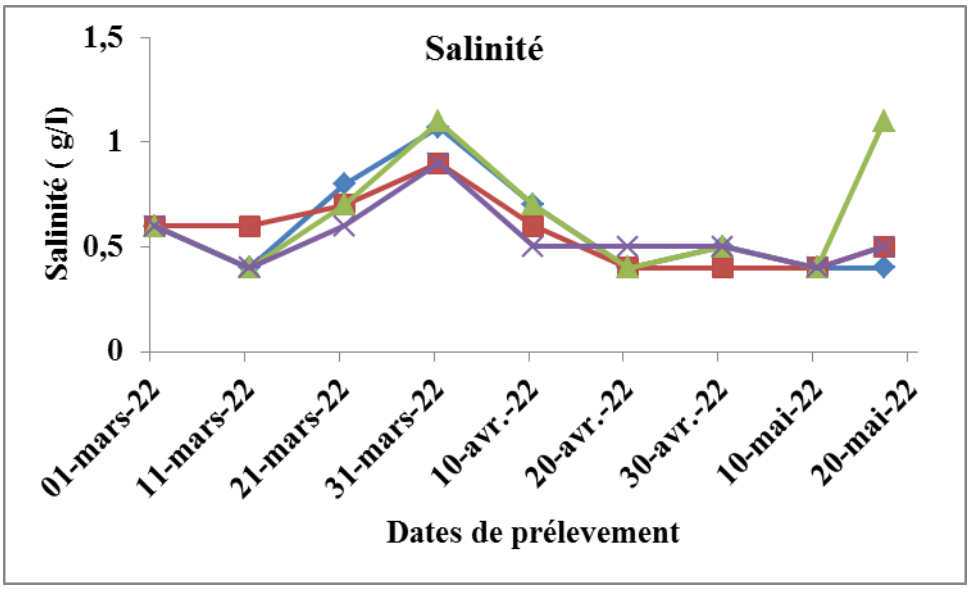


Figure 55: variation de la salinité des eaux des aquariums
En fonction du temps

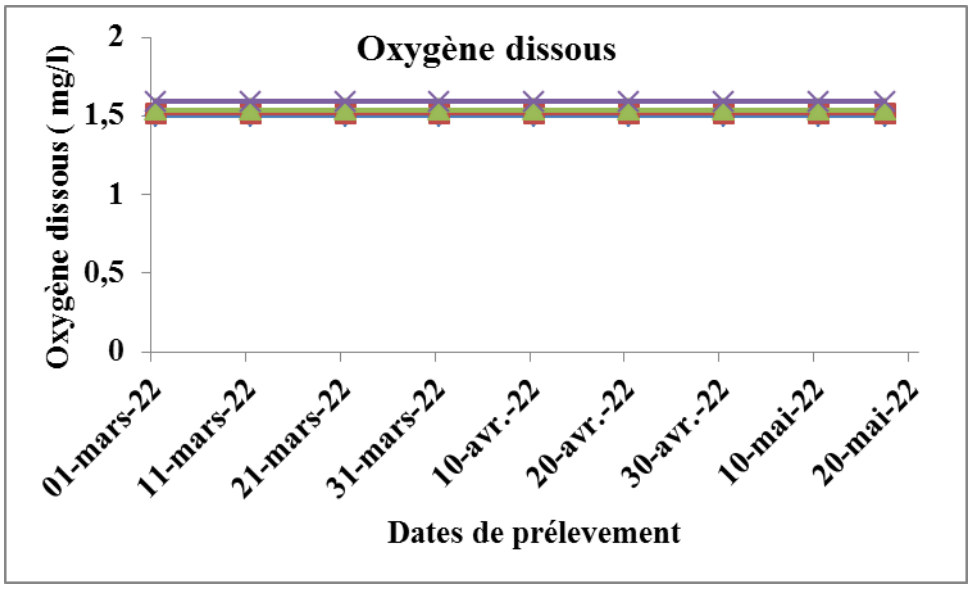


Figure 56: Variation de l'oxygène dissous des eaux des aquariums en fonction du temps.

IV.2.2. Evolution du poids, de la taille et de la quantité d'aliment distribué

a) Le poids total

La **figure 57** montre l'évolution du poids total d'*O. niloticus* au niveau des quatre aquariums en fonction des dates de prélèvement. Compte tenu de ces résultats nous remarquons que le poids total des poissons fluctue entre 59 et 78g au début de cette étude, ensuite il y'a une augmentation générale du poids total des poissons durant toute la période d'étude avec une différence par rapport à l'aliment distribué et par rapport au sexe pour atteindre à la fin de l'expérimentation un poids total maximal qui se situe entre 84,69 et 205,21g enregistré le 17mai2022.

b) La taille moyenne

D'après la **figure 58** qui représente l'évolution de la taille moyenne *d'Oriochromis niloticus* au niveau des quatre aquariums durant cette étude. On observe que la taille moyenne des poissons se situe entre 7,4 et 8,9cm au début du mois de mars2022, puis il y a une augmentation générale de la taille moyenne des poissons au cours de l'expérimentation. A la fin de cette étude (17mai2022) les valeurs obtenues sont les valeurs de la taille moyenne les plus élevées, celles-ci se situent entre 9,8 et 13,8cm.

c) Quantité d'aliment

La **figure 59** illustre la variation de la quantité d'aliment distribué au niveau des quatre aquariums de Tilapia du Nil en fonction du temps. Ces résultats montrent que la quantité d'aliment distribué varie entre 2,95 et 3,9g au début de cette étude, ensuite on observe qu'il y'a une augmentation de la quantité d'aliment durant toute la période expérimentale pour atteindre à la fin de cette étude des valeurs maximales qui fluctuent entre 3,6 et 8,86 g.

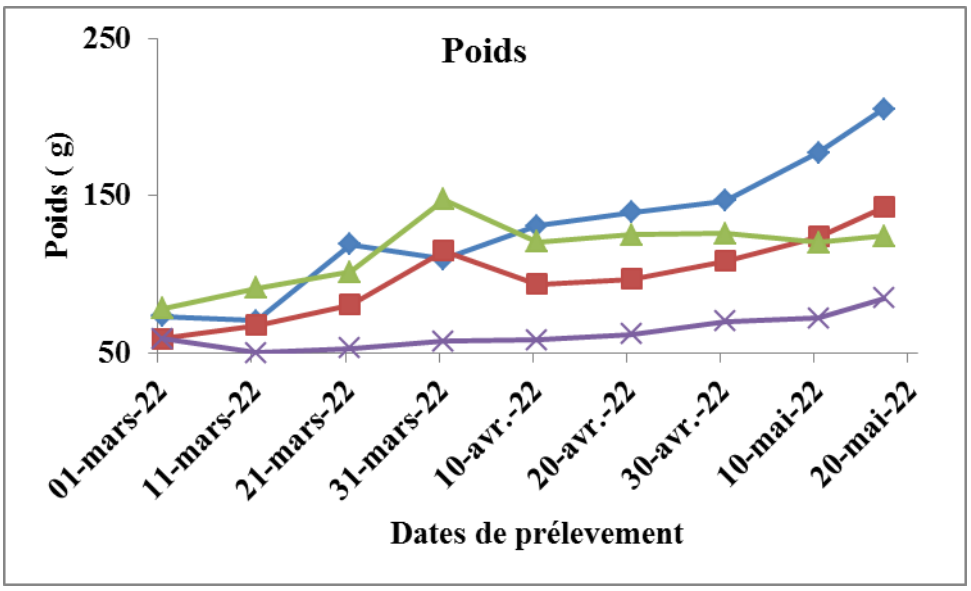


Figure 57 : Variation du poids des poissons en fonction de temps.

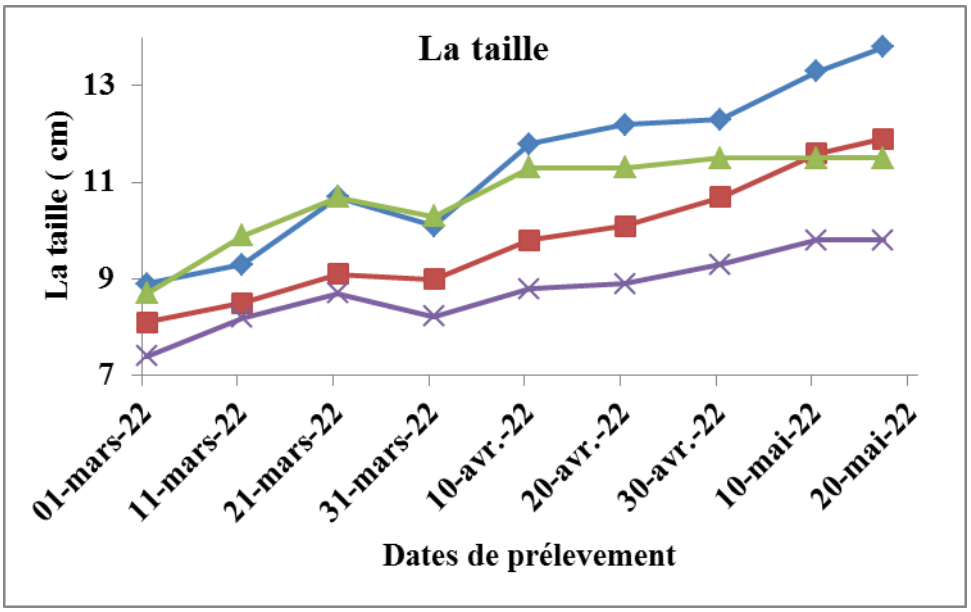


Figure 58: Variation de la taille des poissons en fonction du temps.

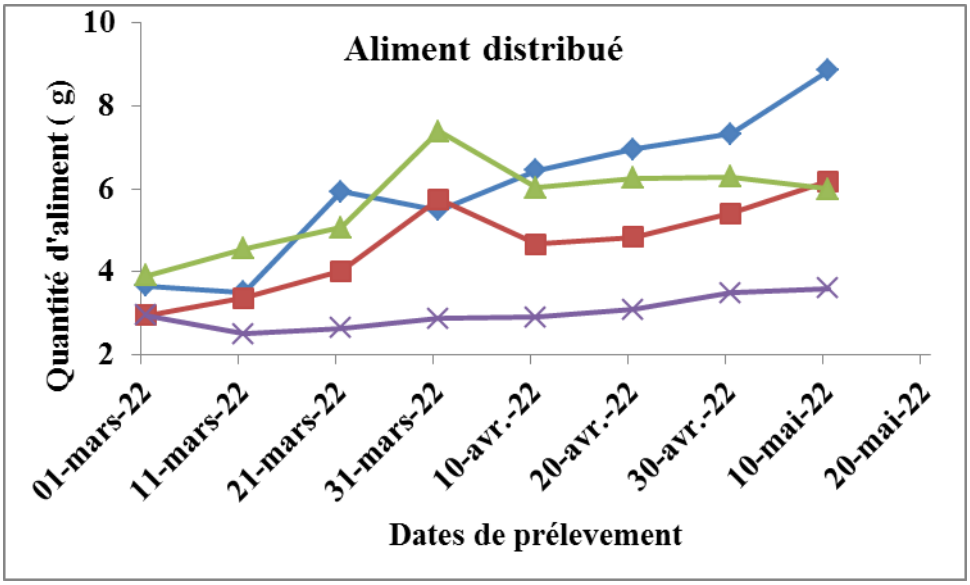


Figure 59: Variation de quantité d'aliment distribuée en fonction du temps.

IV.3. Comparaison par sexe

IV.3.1. Comparaison du poids et de la taille par sexe

a) Le poids

La **figure 60 et figure 61** illustrent l'évolution du poids total *d'O. niloticus* au niveau des quatre aquariums. D'après ces résultats on constate que le poids total des individus est plus important chez les mâles (AFM et ATM) que les femelles (AFF et ATF).

Le poids total des poissons au niveau de l'aquarium AFM varie entre une valeur minimale de 70,24g et une valeur maximale qui est égale à 205,21g avec une moyenne qui est de 130,09±44,19g. Par contre le poids total des poissons au niveau de l'aquarium ATM se situe entre 78 et 147,67g avec une moyenne qui est de 114, 86±21,08g.

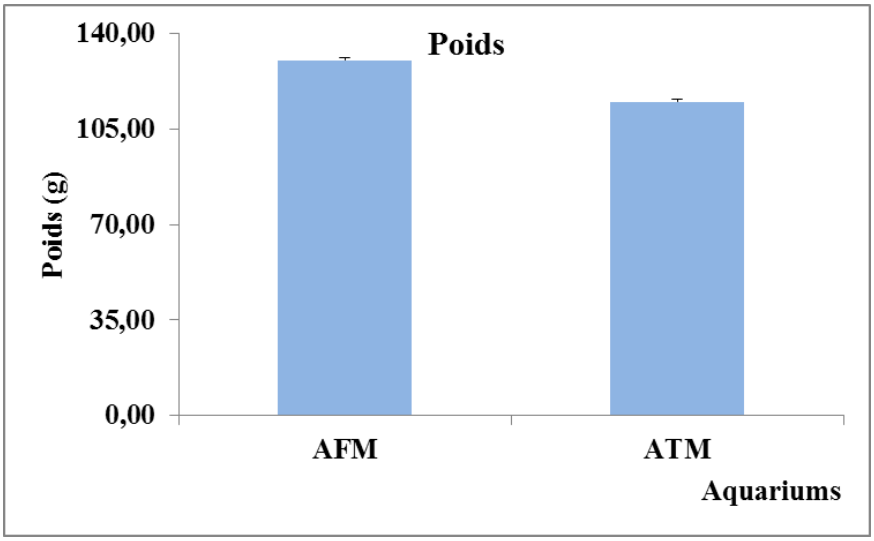


Figure 60 : Variation du poids total des mâles au niveau des deux aquariums

Pour ce qui de la comparaison entre femelles, le poids total des poissons au niveau de l'aquarium AFF varie entre une valeur minimale de 59g et une valeur maximale qui égale à 142,75g avec une moyenne qui est de 98,51±26,99g. Par contre le poids total des poissons au niveau de l'aquarium ATF se situe entre 50 et 84,69g avec une moyenne qui est de 62,81±10,86g.

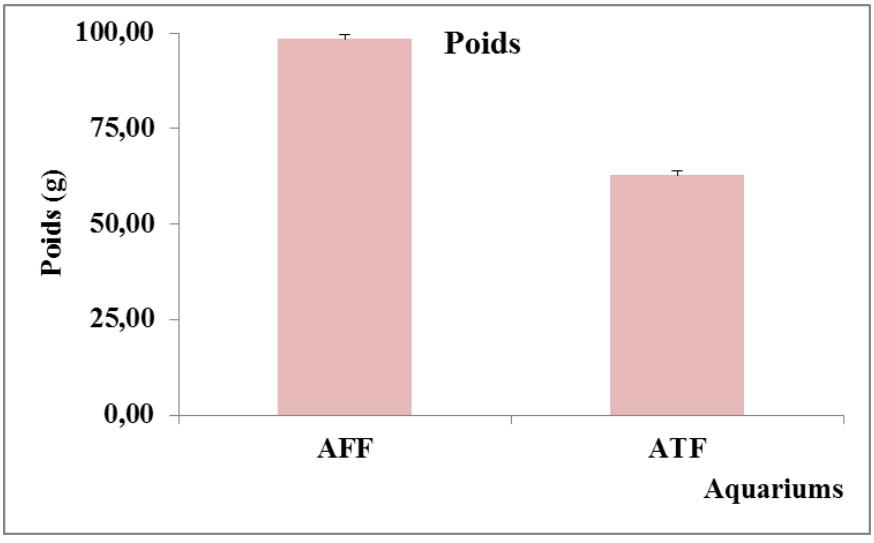


Figure 61: Variation du poids des femelles au niveau des deux aquariums

b) La taille

D'après les **figure 62** et **figure 63** qui représente l'évolution de la taille moyenne *d'Oriochromis niloticus* au niveau des quatre aquariums. On remarque que la taille moyenne est plus importante chez les mâles (AFM et ATM) que chez les femelles (AFF et ATF).

La taille moyenne des poissons au niveau de l'aquarium AFM varie entre une valeur minimale de 8,9cm et une valeur maximale qui égale à 13,8cm avec une moyenne qui est de 11,38±1,73cm. Par contre la taille moyenne des poissons au niveau de l'aquarium ATM se situe entre 8,7cm et 11,5cm avec une moyenne qui est de 10,74±0,96cm.

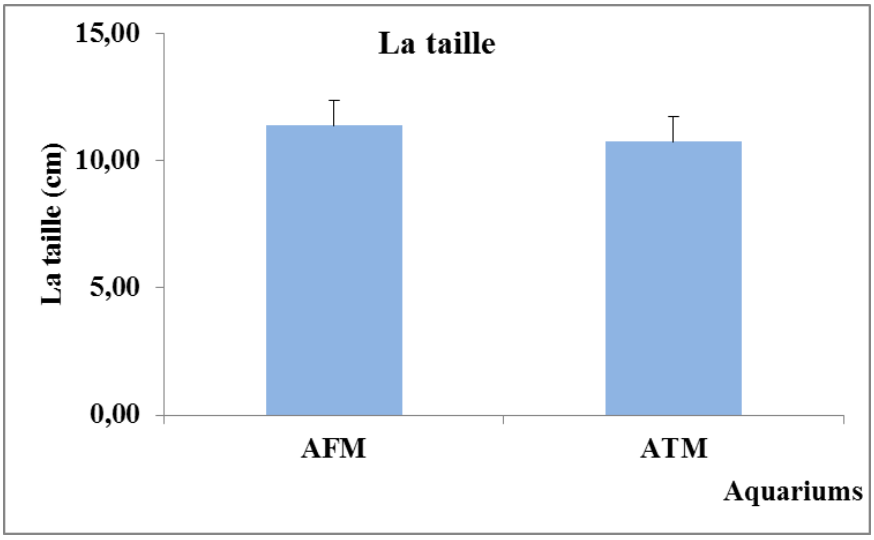


Figure 62: Variation de la taille moyenne des mâles au niveau des deux aquariums

La taille moyenne des poissons au niveau de l'aquarium AFF varie entre une valeur minimale de 8,1cm et une valeur maximale qui égale à 11,9cm avec une moyenne qui est de 9,87±1,33cm. Par contre la taille moyenne des poissons au niveau de l'aquarium ATF se situe entre 7,4 et 9,8cm avec une moyenne qui est de 8,79±0,78cm.

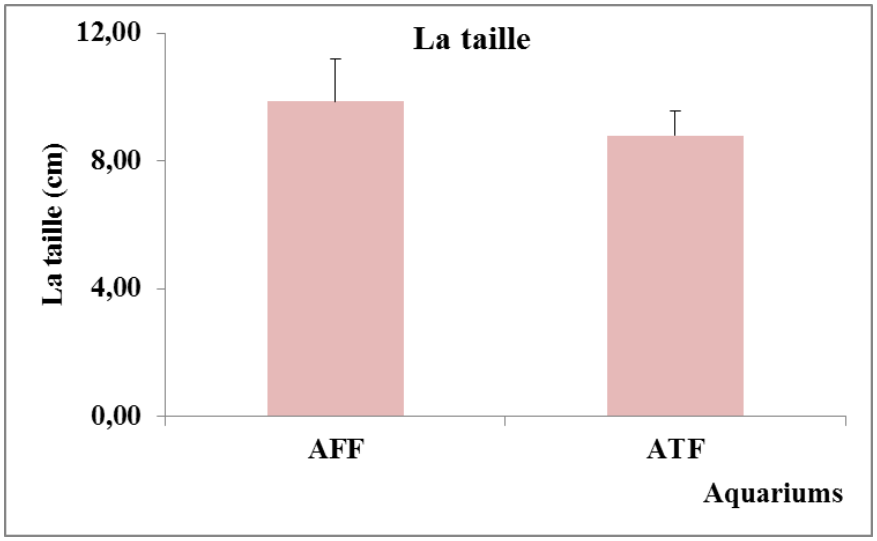


Figure 63: Variation de la taille moyenne des femelles au niveau des deux aquariums

c) Analyses statistiques

Les résultats du Test-t montrent qu'il y a une différence significative entre l'évolution des poids des poissons males et des poissons femelles (p=0,00). **(Voir tableau 3 en annexe).**

D'un autre côté, les résultats du même test utilisé montrent qu'il y a une différence significative (p=0,00) entre l'évolution des tailles des poissons mâles et des poissons femelles. **(Voir tableau 3 en annexe).**

Enfin, les résultats du Test-t montrent qu'il y a une différence significative entre les quantités d'aliments dans les différents aquariums par rapport au sexe des poissons, autrement dit, la quantité d'aliments dans l'aquarium des femelles diffère significativement de celui des males (p=0,00). **(Voir tableau4 en annexe).**

IV.4. Corrélations et régressions

a) Les corrélations

Les résultats de cette analyse statistique révèlent que seules les variables: poids, taille, pH et quantité d'aliments suivent significativement une distribution normale. Donc on appliquera dans ce cas une corrélation de Pearson. Pour les autres variables on appliquera le test non paramétrique, celui du coefficient de Spearman.

Les résultats de la corrélation de Pearson ont montré ce qui suit :

1) L'existence d'une très forte corrélation positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliments soit r=1 c'est par ailleurs, une valeur significative puisque p =0.000 $<$ 0,05.
2) L'existence d'une forte corrélation positive entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments soit r=0.911, c'est aussi une valeur significative puisque la p=0.000 $<$0,05.
3) Il n'y a pas de corrélation significative entre l'évolution des poids des poissons et le pH soit r= $-$ 0.164 et qui est une valeur non significative puisque la p =0.338 $\geq$0,05.
4) Il n'y a pas de corrélation significative entre l'évolution des tailles des poissons et le pH soit r= $-$ 0.163 et qui est une valeur non significative puisque la p =0.343 $\geq$ 0,05.

(**Voir tableau 5 en annexe).**

Les résultats de la corrélation de Spearman ont montré ce qui suit :

1) L'existence d'une corrélation significative entre l'évolution des poids et le sexe soit ρ= $-$ 0.604 avec p = 0.000 $<$ 0,05 (dans ce cas, le poids des males est plus important que celui des femelles), même déduction en ce qui concerne les tailles avec ρ= $-$ 0.562 et la p= 0.000$<$0,05. **(Voir tableau 6 en annexe).**
2) Il n'y a pas de relation significative entre l'évolution des poids, ni celle des tailles avec la qualité de l'aliment même chose pour la température, la salinité et la conductivité
3) une corrélation négative (inverse) significative entre l'évolution des poids et celle des tailles avec l'oxygène.

b) Les régressions

On a utilisé la méthode pas à pas afin d'éliminer le problème de colinéarité de certaines variables. Cette méthode supprime aussi les variables non significatives.

1) Pour la variable dépendante poids :

Selon les résultats obtenus la variable poids pourrait dépendre significativement d'une seule variable soit : la quantité d'aliments.

Poids prédit = 0.004+4.002×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000$<$5% (dans ce cas la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des poids).

(**Voir tableau 7 en annexe).**

D'après les résultats du **tableau** le modèle suggéré est parfait puisque le coefficient de détermination R^2 =1 (**Voir tableau 7 en annexe).**

Les autres variables sont exclues à cause de la colinéarité ou parce qu'elles ne sont pas significatives**.**

2) Pour la variable dépendante Taille :

Selon le tableau la variable taille pourrait dépendre significativement de deux variables, soit : la quantité d'aliments et la salinité ; deux modèles peuvent être alors suggérés :

1) Taille prédite = 6.161+0.793×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000<5% (dans ce cas la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des tailles)
2) Taille prédite = 7.261+0.810×quantité d'aliments −2.026×salinité avec p value<5% (dans ce cas, la quantité d'aliments et la salinité ont un effet significatif sur l'évolution des tailles) **(Voir tableau 8 en annexe).**

Le second modèle est plus pertinent que le premier modèle puisque son coefficient de détermination R^2 est le plus grand ; soit $R^2 = 0.905$ c'est-à-dire que 90.5% de l'évolution des tailles peut être expliquée par la quantité d'aliments et la salinité alors que le coefficient de détermination R^2 dans le premier modèle est évalué à 0.829 c'est-à-dire que 82.9% de l'évolution des tailles des poissons pourrait être expliquée par la quantité d'aliments seule. Voir tableau

Les autres variables sont exclues à cause de la colinéarité ou parce qu'elles ne sont pas significatives **(Voir tableau 8 en annexe) :**

IV.5. Indices de croissance

Tableau 9: Résultats des indices de croissance au niveau des quatre aquariums (AFF/AFM/ATM/ATF) durant cette étude.

Aquariums / Indices	AFM	AFF	ATM	ATF
Pmi (g)	14,6	11,8	15,6	11,8
Pmf (g)	41,04	28,55	24,81	16,93
GMQ (g/j)	0,34	0,21	0,12	0,07
GP (g)	26,44	16,75	9,21	5,13
TCS (%/j)	1,33	1,13	0,60	0,49
Ts (%)	100	100	100	100
Tm (%)	0	0	0	0
IC	1,82	0,92	3,72	4,68

AFM : Aquarium de la ferme (sexe mâle) AFF: Aquarium de la ferme (sexe femelle)

ATM : Aquarium testé (sexe male) ATF : Aquarium testé (sexe femelle)

a) Le gain de masse corporelle (Gp)

Appelé couramment gain de poids moyen, ce critère permet d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant un temps donné. Rappelons qu'il est calculé à partir de la formule: **Gain de poids moyen (g) = Poids moyen final (g) – Poids moyen initial (g).**

La **Figure 64** et le **Tableau 9** illustrent le gain de poids au niveau des quatre aquariums. A partir de ces résultats on observe que le gain de poids enregistré après les 78 jours de cette étude varie entre 5,13g (ATF) et 40,35g (AFM).

Les valeurs maximales de cet indice s'observent au niveau des aquariums de la ferme pour les deux sexes avec 26,44g (AFF) et 40,35g (AFM) alors que les valeurs minimales s'observent au niveau des aquariums testés avec un gain de poids égal à 5,13g (ATF) et 12,21g (ATM).

b) Le gain moyen quotidien (GMQ)

D'après les résultats du **tableau 9** et de la **figure 65** nous remarquons que le gain moyen quotidien enregistré durant notre étude fluctue entre une valeur minimale de l'ordre de

0,07g/j enregistrée au niveau d'ATF. La valeur maximale, quant à elle, de l'ordre de 0,34g/j, elle est inscrite au niveau de l'AFM.

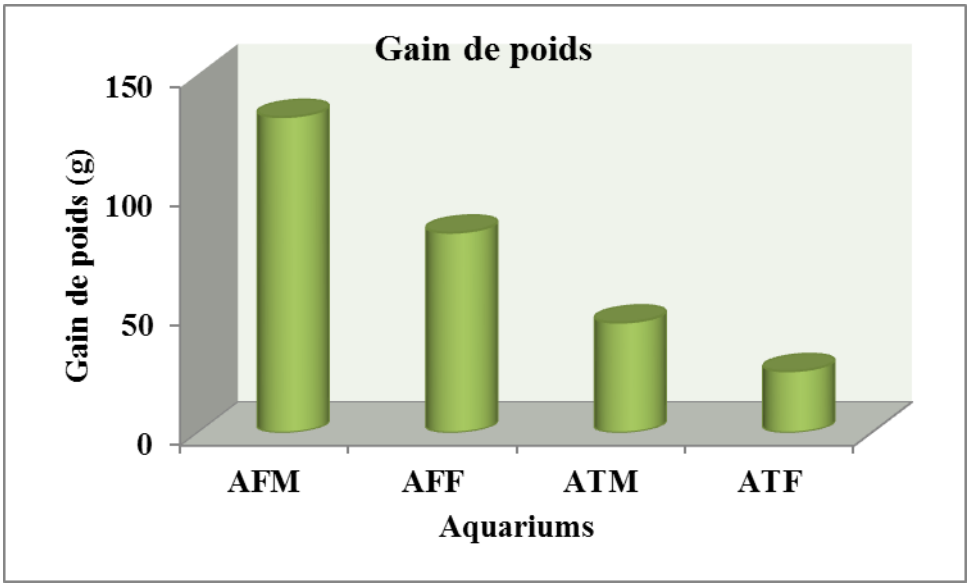


Figure 64: Variation de gain de poids au niveau des quatre aquariums.

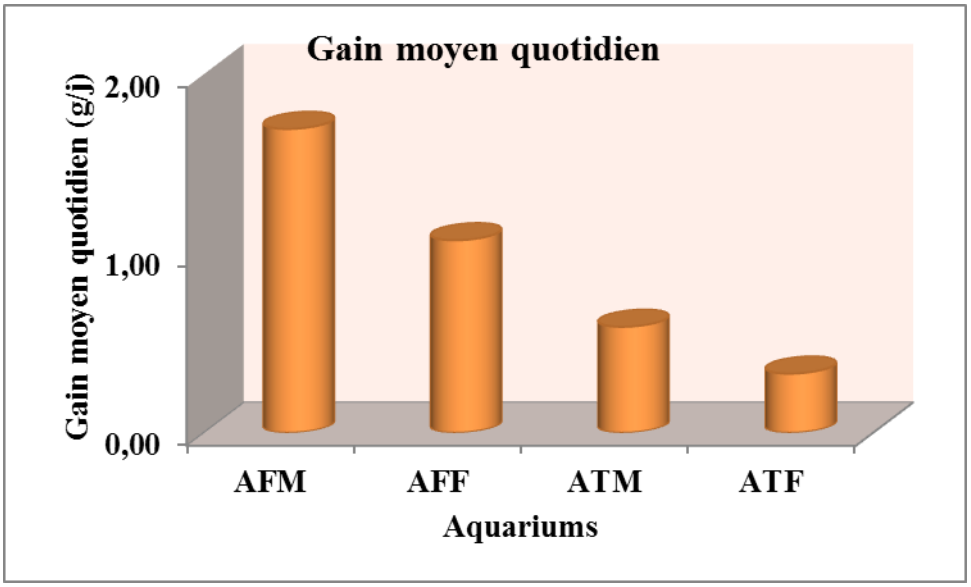


Figure 65: Variation de gain moyen quotidien au niveau des quatre aquariums.

c) Taux de survie

Au cours de cette expérience, le taux de survie des poissons dans les quatre aquariums a été calculé après chaque pêche de contrôle (chaque 10 jour).

Les résultats illustrés dans le **tableau 9**et la **figure 66**, font apparaître que le taux de survie des poissons obtenu à la fin de notre étude (après 78 jours d'expérimentation) est excellent (100%) au niveau des quatre aquariums. Ce taux de survie montre que les différents régimes alimentaires n'ont aucun effet négatif sur la survie des poissons *d'Oreochromis niloticus*.

d) Le taux de mortalité

D'après les résultats de **tableau 9** ainsi que la **figure 67**, on constate que dans les quatre aquariums aucune mortalité n'a été enregistrée, le taux de mortalité a été évalué à 0%.

e) L'indice de conversion

En ce qui concerne les résultats de l'indice de conversion (IC) pour les quatre aquariums sont illustrés dans le **tableau 9** et la **figure 68** en s'appuyant sur ces résultats nous remarquons que les plus grandes valeurs enregistrées de cet indice entre 3,72 et 4,68 s'observent au niveau des aquariums testés (ATM et ATF) alors que les valeurs minimales s'observent au niveau des aquariums de la ferme (AFM et AFF) avec des valeurs de l'ordre de 0,92 et 1,82.

f) Le taux de croissance spécifique (TCS)

Les résultats obtenus pour le taux de croissance spécifique (TCS) au niveau des quatre aquariums sont indiqués dans le **tableau 9** et la **figure 69**. D'après ces résultats on constate que cet indice varie entre une valeur minimale de 0,49% qui s'observe au niveau de l'aquarium testé (ATF) tandis que la valeur maximale de l'ordre de 1,33% est obtenue au niveau de l'aquarium de la ferme (AFM).

g) Le poids moyen initial

La figure 70 montre que les poissons *d'oreochromis niloticus* démarrent avec un poids moyen de 11,8g pour les aquariums AFF et ATF alors que le poids de ces poissons au niveau des aquariums AFM et ATM commence de 14,6 et 15,6 g respectivement.

h) Le poids moyen final

En se basant sur les résultats de **figure 71** nous remarquons que les poissons au niveau des aquariums de la ferme (AFM et AFF) atteignent un poids moyen final respectif de l'ordre de 41,04 et 28,55g. Par contre le poids moyen final observé au niveau des aquariums testés est égale à 24,81 g (ATM) et 16,94 g (ATF).

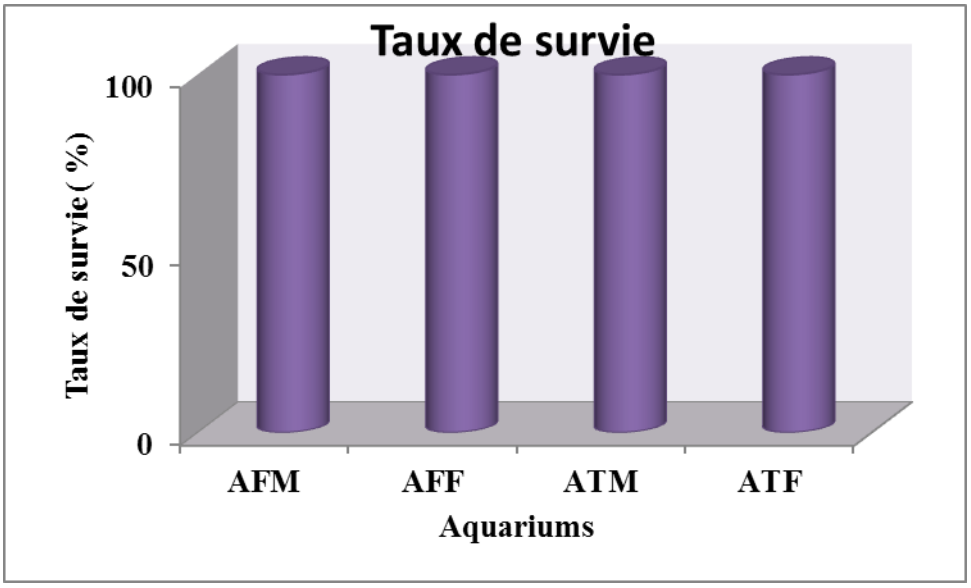


Figure 66: Variation de taux de survie au niveau des quatre aquariums.

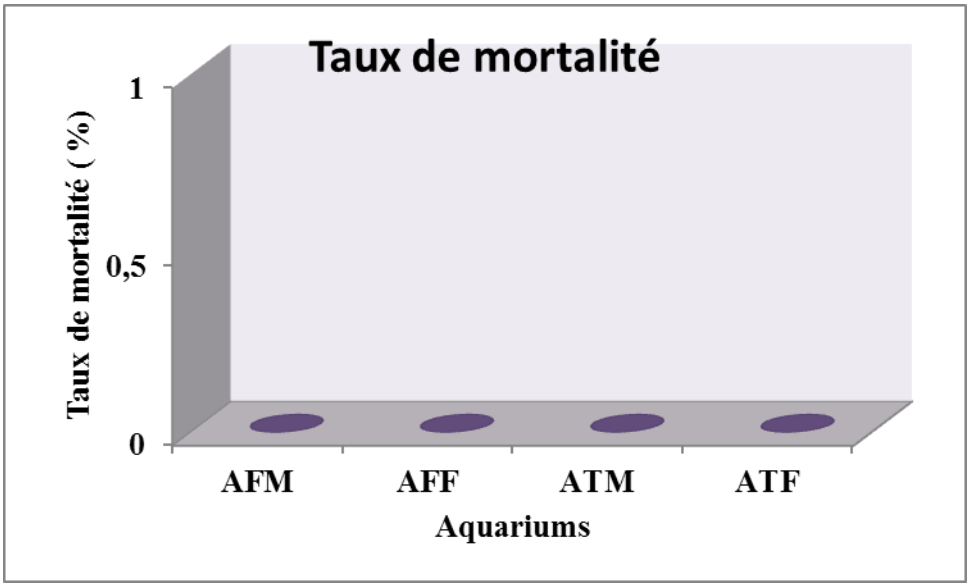


Figure 67: Variation de taux de mortalité au niveau des quatre aquariums.

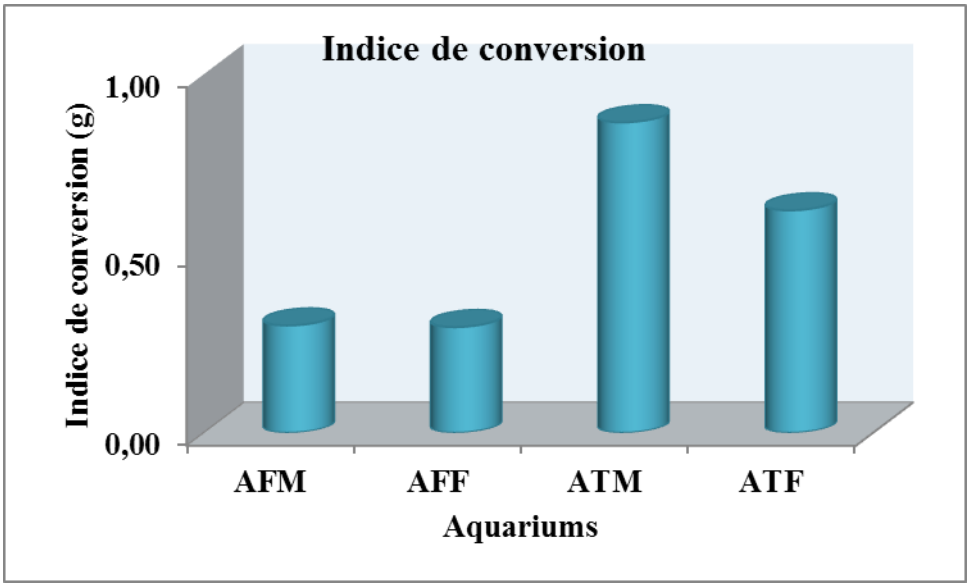


Figure 68 : Variation de l'indice de conversion au niveau des quatre aquariums.

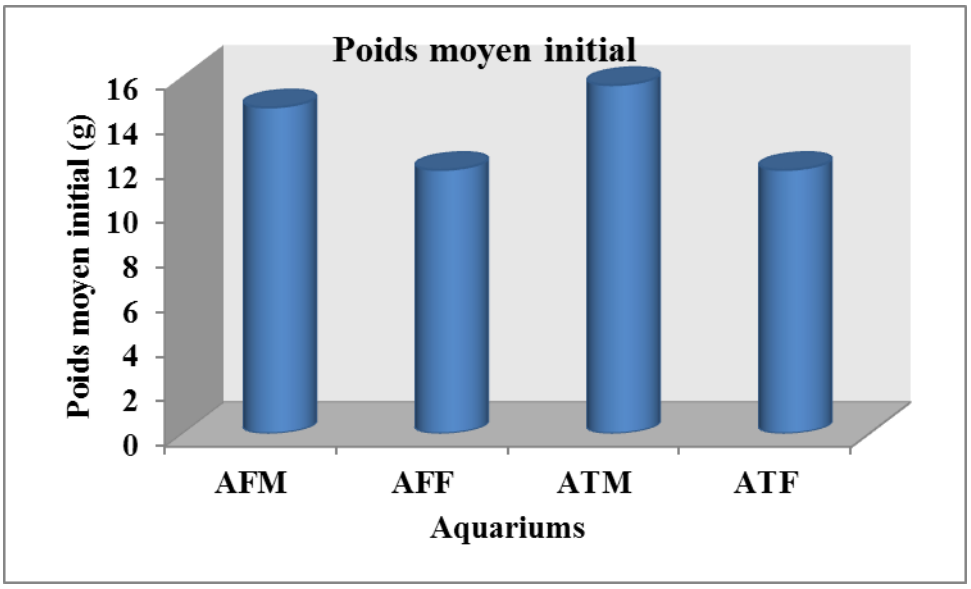


Figure 69: Variation de poids moyen initial au niveau des quatre aquariums.

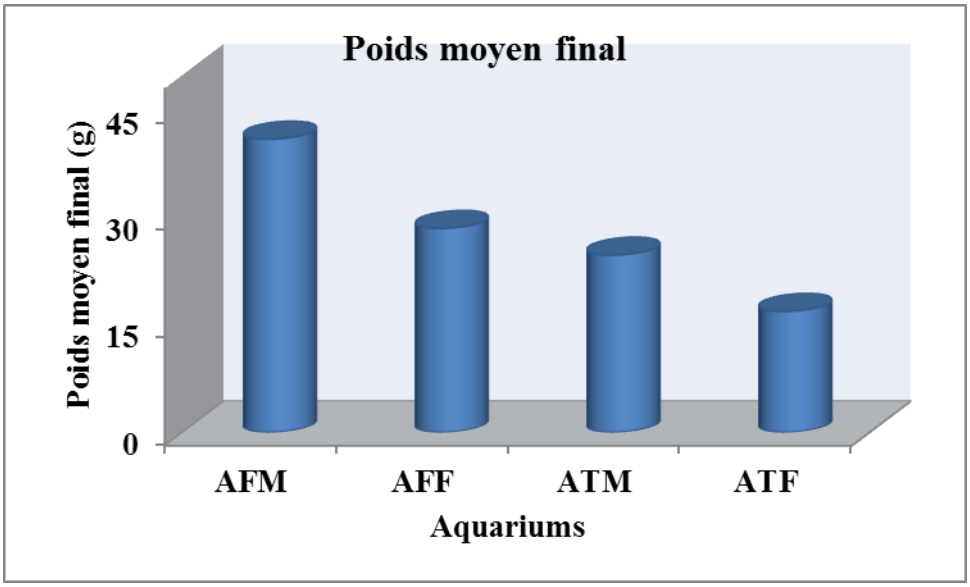


Figure 70 : Variation de poids moyen final au niveau des quatre aquariums.

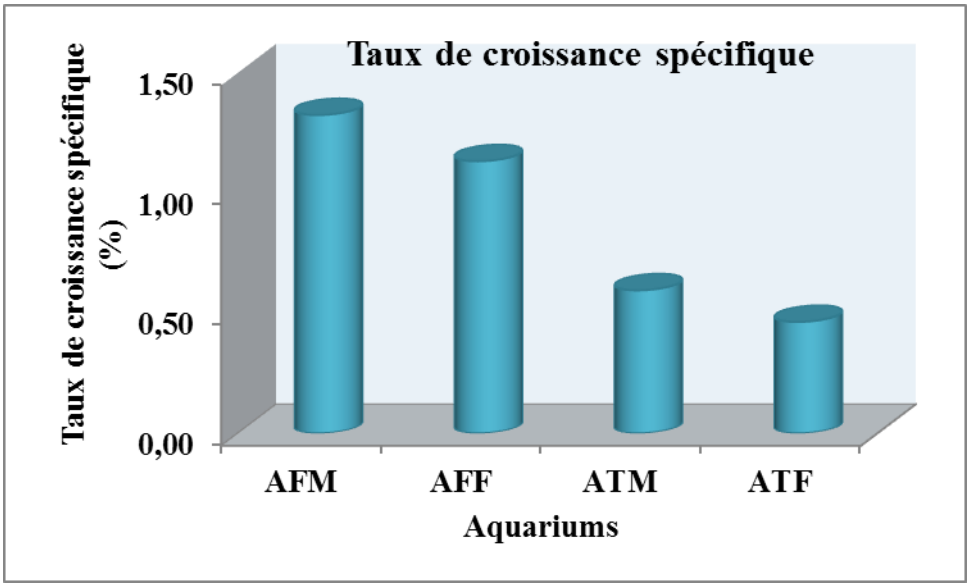


Figure 71: Variation de taux de croissance spécifique au niveau des quatre aquariums.

DISCUSSION

Dans la présente étude nous avons procéder à un essai d'un aliment fabriqué à base végétale afin d'évaluer son effet sur les performances de croissance du Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). L'aliment de la ferme considéré comme témoin, nous a permis de faire aussi une comparaison de son effet sur les performances de croissance.

En premier temps, les propriétés physico-chimiques de l'eau jouent un rôle primordial dans la caractérisation des peuplements de poissons dont elles conditionnent le comportement et déterminent les activités vitales de ces derniers **(Brusler et al. 2004).** En élevage de poisson, les paramètres physico-chimiques jouent un rôle important dans la croissance des individus. Ainsi, les facteurs physiques et chimiques de l'environnement font partie des paramètres qui peuvent influencer la croissance des alevins **(DiMaggio et al. 2014).**

La température est un facteur environnemental contrôlant l'ensemble des processus biologiques (reproduction, croissance, préférendum thermique) **(Groga, 2012).** La température de l'eau exerce un large spectre d'actions sur la prise alimentaire, le métabolisme, la croissance et la survie des poissons **(Azaza et al. 2008).** Elle influe également l'incubation et sa durée qui dépendent principalement de la température de l'eau **(Mélard, 2014).**

A l'état naturel, la température de l'eau est fortement liée aux conditions météorologiques locales notamment la température de l'air et l'ensoleillement **(Smith et Lavis, 1975; Ward, 1985).** Dans notre cas, la température de l'eau est liée au chauffage effectué par une chaudière à gaz au niveau de la ferme aquacole. Bien que Selon **Alcántar-Vázquez et al., (2014)** les tilapias sont des organismes eurythermes supportant de grandes variations de température avec des limites de température de 20-35°C pour leur développement normal, présentant un optimum dans la gamme de 25-30°C. Selon **(Suresh, 2003),** la température recommandée pour l'élevage du Tilapia du Nil varie entre 26–32 °C. Cette espèce peut résister aussi à des températures comprises entre 14 et 33° C mais l'intervalle de température optimal à sa croissance se situe généralement entre 25 et 30°C et celle lié à sa reproduction entre 26 et 28°C selon **Benidiri (2017)** et 28 -30 C° selon **(Petit, 1989; Lazard, 2009).** Alors que **Balarin et Hatton, (1979)** a situé les meilleures performances de croissance entre 24 et 28°C.

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré que la température variait entre 20,9 et 29,1°C. Ces résultats correspondent à l'intervalle des valeurs recommandées pour la croissance de Tilapia selon **Arrignon, (1996)** qui limite ce paramètre entre 21 et 30 °C. Ces valeurs de température sont aussi similaires à ceux obtenues par **Badiane (2019) (**20,7-

27,3°C) qui a travaillé sur l'effet de la substitution de la farine de poisson par la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* (Lam.) sur la croissance des juvéniles du Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). Par contre nos résultats sont supérieurs à celles de **Cherif et Guechache (2018)** qui ont obtenus des valeurs de température comprises **e**ntre 18,1 et 23 °C. Ces différences de température montrent que l'espèce *O. niloticus* a un large intervalle de tolérance vis-à-vis de la température de l'eau.

Le pH caractérise l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. C'est un indicateur de la quantité et de la nature des ions minéraux en solution dans l'eau. Ce paramètre permet d'estimer le degré d'agressivité d'une eau et son aptitude à la vie animale supérieure **(Groga, 2012).**

La croissance des poissons d'eau douce est meilleure en eau neutre ou alcaline qu'en eau acide (**Brusler et al. 2004).** Selon **Arrignon (1998)** le Tilapia nilotica se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH entre 5 à 11. Les valeurs du pH enregistrées au cours de cette étude sont comprises entre 7,52 et 8,38, celles-ci se situent bien dans les limites optimales recommandées par **Arrignon (1996).** Nos valeurs sont aussi similaires à celles de **Hakkoum et Rabouh (2018) (**7,38 -8,01) qui ont travaillé sur la croissance du Tilapia rouge. Par contre nos valeurs du pH sont supérieures à celles de **Badiane (2019)** qui a obtenu des valeurs de pH oscillant entre 6,8 et 7,1.

Pour la salinité qui est essentiellement la quantité de sels minéraux dissous dans l'eau **(Alcántar-Vázquez et al. 2014**). Ce paramètre varie proportionnellement avec la conductivité **(Terbah, 2007)**. **March (1999)** a montré que tous les tilapias sont tolérants à l'eau saumâtre. Les valeurs de la salinité enregistrées au cours de notre expérimentation sont comprises entre 0,4 et 1,1g/l. Ces résultats sont comparables avec les valeurs obtenues par **Cherif et Guechache, (2018)** qui ont enregistrés des valeurs de salinité variant entre 1,12 et 1,22g/l. Cependant ils sont inférieurs à ceux notés par **Boukhris (2018) (**4- 4,5g/l).

L'eau peut être comme une solution électrolytique, car tous ses constituants dissous, majeurs et mineurs, sont présents sous forme ionique. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution **(Rodier et al. 2009).** Les valeurs de la conductivité mesurées durant notre étude fluctuent entre 775 et 2170 µS/cm. La conductivité enregistrée dans notre étude est >1000 µS/cm. D'après **Rodier et al. (2009)** la minéralisation des eaux dans ce cas est élevée.

En ce qui concerne le taux d'oxygène dissous dans l'eau, celui-ci varie avec la température, la salinité et la pression. Dans le cas de *T. nilotica*, le taux métabolique diminue à une concentration d'oxygène en dessous de 3mg/l **(Balarin et Haller, 1982).** Mais la croissance optimale est obtenue à des concentrations supérieure à 3 mg/L **(Ross, 2000**).

Pour la croissance des tilapias **Kestemont et al. (1989)** et **Mélard (1999)** ont rapporté qu'une teneur en oxygène dissous supérieure à 3 mg/L constitue l'optimum pour une bonne croissance de tilapia. Plusieurs auteurs tels que **Mélard et Philippart (1980); Leveque et Quensiere (1988)** ont vérifiés que les concentrations voisines de 0,1 mg/L sont tolérées par les tilapias. Les teneurs en oxygène sont stables durant cette étude avec une valeur maximale de 1,5mg/l. Cette stabilité est plutôt due à un problème lié à l'échantillonnage (électrode défectueuse). Cette valeur reste inférieure à la norme recommandée par **Arrignon (1996)** pour une bonne croissance qui doit être supérieure à 5mg/l. il n'est pas sans intérêt de rappeler que l'oxygène artificielle est injecté au niveau des aquariums par une pompe à air.

Ces résultats enregistrés sont aussi inférieures à ceux enregistrés par **Cherif et Guechache (2018) (**5,33- 5,62 mg/l) ainsi qu'à ceux de **Hakkoum et Rabouh (2018)** qui ont obtenus des valeurs d'oxygène dissous comprises entre 5,20 et 7,92 mg/l. Ces dernières valeurs apparaissent très importantes pour une bonne croissance par rapport aux nôtres.

La transparence de l'eau est également un facteur à ne pas négliger car elle est souvent liée à la présence du plancton et elle est modifiée par la pollution du milieu. En effet, une haute turbidité abaisse le niveau d'oxygène et favorise les maladies fongiques et diminue le taux de reproduction **(Baralin, 1979**).

En second, le poids total et la taille moyenne des poissons d'*Oreochromice niloticus* ont été suivis également chaque dix jour au niveau des quatre aquariums de la ferme. Nous avons enregistrées des variations du poids et de la taille entre les poissons dans les différents aquariums. Ce qui est peut-être dû soit à la qualité de l'aliment distribué soit à d'autres facteurs (en dehors de l'alimentation) comme la qualité des eaux ou autres.

Les résultats du poids et de la taille obtenus montrent qu'il y a une différence entre les poissons alimentés avec l'aliment testé et ceux alimentés par l'aliment de la ferme.

D'après les courbes du poids et de la taille on remarque que les meilleures performances de croissance s'observent chez les mâles. Selon **Moreau (1979),** les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure, ceci est dû à la particularité du processus de la reproduction chez la femelle (incubation buccale) et du comportement social (territorialité) **(Trewavas, 1983).**

En aquaculture intensive, les aliments aquacoles sont généralement formulés pour être riches en nutriments et en énergie, principalement à base d'ingrédients d'origine marine, de farine de poisson et d'huile de poisson (**Oliva-Teles et al. 2015**). Cependant d'autres sources de protéines alimentaires pour les poissons omnivores et herbivores sont disponibles dans l'alimentation destinée aux animaux à fourrage (**Tacon et al. 2009**). Parmi ces aliments, les

plantes fourragères sont les plus économiques à incorporer dans les diètes de poisson comme ingrédient à moindre coût. Les effets de la substitution des farines de poisson par les farines d'origine végétale ont beaucoup été étudiés (**Long et al. 1999; Barry, 2013; Geren et Kavut, 2015**).

La différence observée entre la croissance des poissons alimentés par l'aliment de la ferme et ceux alimentés par l'aliment testé peut être due aussi à la composition de ces deux régimes alimentaires (à base animale/à base végétale).

Chez les tilapias, plusieurs auteurs ont essayé de remplacer les matières premières conventionnelles par des substituts agro-industriels dans des formules alimentaires qui supporteraient des croissances et une utilisation alimentaire similaires à celles basées sur des ingrédients conventionnels. Il s'agit le plus souvent de la farine de graines et de feuilles de **luzerne (Olevera-Novoa et al., 1990; Yousif, 1994; Richter et al., 2003; Liebert et Portz, 2005),** la farine d'algues **(Appler et Jauncey, 1983),** la farine de coco **(Pouomogne et al., 1997; Falaye et Jauncey, 1999),** le pulpe de café **(Rojas et Verreth, 2003)**, le tourteau de coton **(Mbahinzireki et al., 2001),** le tourteau de colza **(Davies et al., 1990)**, le tourteau d'arachide et de copra **(Jackson et al., 1982)** et les farines de déchets de viande et de volaille **(Sadiku et Jauncey, 1995; Rodriguez-Serna et al., 1996; Middleton et al., 2001; Fasakin et al., 2005; Cavalheiro et al., 2006**). Il existe un grand nombre de sources de protéines d'origine végétale susceptibles d'être utilisées en aquaculture. Néanmoins, aucune d'entre elles ne réunit toutes les qualités nutritionnelles des farines de poissons **(Medale et Kaushik, 2009).** Le remplacement total de la farine de poisson par des produits végétaux provoque, chez les espèces de haut niveau trophique, une diminution du taux de croissance et de l'efficacité alimentaire bien que les éléments nutritifs nécessaires soient présents dans l'aliment (**Gómez-Requeni et al., 2004; Vilhelmsson et *al.*, 2004; Panserat et *al.*, 2008; Dupont-Nivet et *al.*, 2009; Alami-Durante et al., 2010; Le Boucher et al., 2012 et 2013**). Cependant une substitution partielle de la farine de poisson par certains produits végétaux ne compromet pas les performances de croissance des poissons d'élevages **(Tan et al. 2017).**

Pour la plupart des farines d'origine végétale, le taux de protéines (30-40%) est bien plus faible que celui des farines de poisson. Outre, une teneur en protéines plus faible, ces matières premières possèdent un profil en AAI moins adapté aux besoins des poissons **(Guillaume et al., 1999).**

En effet, l'aliment testé est à base de son de blé et de mais ne couvre pas les besoins nutritionnels de tilapia du nil. Selon **Larbier M., Leclerco B., (1992)**, les aliments (tourteaux

de soja, de coton, sons de maïs et de mil) et (tourteaux de soja, de coton, sons de maïs et de mil) seraient plus digestes et facilement assimilables par les poissons. **Bamba et al.** (**2005) et Köprücü & Özdemir (2005)** indiquent que la digestibilité d'un aliment dépend de la nature des ingrédients utilisés. Ces derniers mentionnent également que des ingrédients peuvent paraître d'excellentes sources de nutriments, mais de faible valeur nutritive, à cause de la variabilité de leurs coefficients de digestibilité, d'absorption et de la disponibilité des nutriments (acides aminés, minéraux) Les farines de blé et de maïs: sont riches en amidon (62% à 72%). Ces céréales pauvres en protéines et en acides aminés insaturés; lysine en particulier. A noter que chez le Tilapia ***Oreochromis niloticus*** le rapport protéines animales/protéines végétales a un rôle important sur les performances de croissance qui augmentent avec la part des protéines animales **(Sitasit et Sitasit 1977; Mélard et Philippart, 1981).** Dans notre cas l'aliment testé contient des protéines végétales (400g son de blé/200g mais/4g luzerne/80g semoule) avec des protéines animales (10g d'Œuf/4gSardine de conserve) contrairement à l'aliment de la ferme qui est fort probablement riches en protéines animales malgré que l'étiquette de sa composition ne l'affiche pas (à base de farine de poisson). Par ailleurs, nous avons ajouté la farine de luzerne qui constitue avec la farine de feuilles des sources de protéines équilibrées ainsi que des vitamines et des caroténoïdes. **(Guillaume et al., 1999).**

Tertiairement, pour les paramètres zootechniques, le poids moyen initial **d'*Oreochromis niloticus*** nos poissons ont démarré avec un poids moyen de 11,8g au niveau des aquariums AFF et ATF. Par ailleurs les poissons au niveau de l'aquarium AFM et ATM ont commencé avec un poids moyen initial de 14,6g et 15,6g respectivement. Nos valeurs sont inférieures à ceux de **Alliouche (2010)** qui a enregistré un poids moyen initial égal à 18,43g et supérieures à celle de **Touahria (2020)** qui a commencée avec un poids moyen initial de 9,7 g et 11,3, et supérieurs aussi à celle de **Khemis** et **Maameri (2019)** qui ont commencé avec un poids moyen initial de 0,031g.

Au regard des valeurs du poids moyen final obtenues qui varie entre 16,94 (ATF) et 41,04g (AFM), il ressort que le poids moyen final des poissons nourris par l'aliment de la ferme est supérieur à celui des poissons nourris par l'aliment testé ou fabriqué. Les valeurs obtenues dans notre étude sont inférieures à celles obtenues par **Alliouche (2010)**,et supérieures à celles de **Touahria (2020)** qui ont enregistré un poids moyen final égal à 33,5 et 33,10g **.**

En ce qui concerne le gain de poids, le calcul de cet indice révèle que l'aliment témoin ou de la ferme présente une avance remarquable GP= 26,44g (AFM) et 40,35g (AFF) par rapport á

l'aliment testé avec un gain de poids qui égale à 12,21g (ATM) et 5,13g (ATF). Nos valeurs sont supérieure à ceux de **Hakoum et Rabouh (2018)** qui ont enregistré un gain de poids varie entre 9,99 et 25,80g. Et supérieures aussi à ceux de **C** (5,68-11,62g) et **KHEMIS et MAAMRI (2019)** (10,25/13,50g).

Pour ce qui est du gain moyen quotidien (GMQ), les valeurs enregistrées chez les poissons nourris par l'aliment témoin 0,34g (AFM) et 0,21g (AFF), sont nettement plus élevées que celles enregistrées chez les poissons nourris par l'aliment testé 0,12g (ATM) et 0,07g (ATF). Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par **Touahria (2020)** qui a obtenu un gain de poids moyen quotidien égal à 0,39g et 0,35g et **zaatout (2007)** qui a obtenu un gain de poids moyen quotidien égal à 0,34g et 0,20g. Et supérieures à ceux de **Gouarh et Meflah (2018)** (0,06-0,09g).

Les résultats du taux de croissance spécifique (T.C.S.), sont en faveur des poissons nourris avec le régime de la ferme avec un T.C.S égale à 1,13% (AFF) et 1,33% (AFM). Néanmoins le T.C.S des poissons nourris avec le régime testé est 0,60% (ATM) et 0,49% (ATF). Nos résultats sont inférieurs aux résultats obtenus par **Gouarh et Meflah (2018)** qui ont enregistré un T.C.S qui varie entre 2,14 -2,56% et inférieurs à ceux de **Touahria (2020)** qui a trouvé une valeur de T.C.S qui varie entre 1,76 et 2,07 %. Et sont aussi inférieurs à ceux de **KHEMIS et MAAMRI (2019)** qui ont obtenu un taux de croissance spécifique qui varie entre 2,79 et 2,92% et **Gouarh et Meflah (2018) (**2,71/ 4,16%).

A la fin de l'expérimentation, le taux de survie obtenu durant ce travail est excellent. Nous n'avons pas enregistré une différence entre les quatre aquariums en ce qui concerne les survies des poissons nourris par les deux aliments. Le taux de survie est évalué à 100%. Aucun des aliments ne présente donc de toxicité pour le tilapia. Ce taux démontre l'adaptation de ce poisson aux régimes alimentaires expérimentaux utilisés, ainsi que leur bonne qualité. En matière de survie nos résultats sont identiques à ceux de **Hakoum et Rabouh (2018)** (100%) et sont supérieurs à ceux obtenus par **Gouarh et Meflah (2018)** qui ont noté un taux de survie qui varie entre 90 et 97 % et supérieures aussi à ceux de **Badiane (2019)** qui a enregistré un taux de survie qui varie entre 77 et 87 %.

Enfin, Le taux de conversion alimentaire est un facteur qui renseigne sur la qualité de l'aliment. L'indice de conversion obtenu dans cette étude est de l'ordre de 0,92 et 4,68. L'indice de conversion le plus élevé est enregistré chez les poissons nourris par l'aliment testé avec 4,68(ATF) et 3,72 (ATM). Contrairement aux poissons nourris par l'aliment témoin l'indice de conversion est faible avec 0,92 (AFM) et 1,82 (AFF). Nos valeurs sont supérieures à ceux de **Hakoum et Rabouh (2018)** (1,27- 1,44), **Thabet (2017)** (1,1 -1,32) et

Gouarh et Meflah (2018) (1,03-1,04). Il faut préciser que plus l'indice de conversion est faible plus il est bon c'est-à-dire que l'aliment est transformé en biomasse chez les poissons **(Toguyéni et al. 1997).** L'indice de conversion varie inversement avec le poids, c'est-à-dire plus que le poids augmente, l'indice de conversion diminue. D'après **philippart et al., (1979) et O'Connor et al., (1985),** plus la valeur du l'indice de conversion est réduite mieux l'aliment est utilisé et converti. Par ailleurs les mâles ont un meilleur taux de conversion alimentaire par rapport aux femelles quel que soit l'aliment **(Toguyéni et al. 1997).**

CONCLUSION

Cette contribution a été menée au niveau de la ferme « TITERI AQUACOLE » sise à Ben-Chicaou-Médéa du 01 mars au 17 mai 2022 (78 jours) où vingt poissons de Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) ou Tilapia rouge (hybride) ont été répartis sur quatre aquariums (02 aquariums contenant des poissons mâles et 02 aquariums contenant des poissons femelles).

L'objectif principal de cette étude est de déterminer l'efficacité d'un aliment testé sur la croissance du Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) avec une comparaison de celui-ci avec un aliment déjà utilisé au niveau de cette ferme (aliment de la ferme). Cependant, l'aliment fabriqué est à base végétale (son de blé, maïs, semoule, luzerne, huile végétale, œuf et sardine de conserve) d'une part. D'autre part, l'aliment de la ferme est à base de farine de poisson et est constitué de farine de poisson, soja, son de blé, riz et primix.

D'après les résultats obtenus des paramètres physicochimiques suivis, nous concluons ce qui suit:

La température de l'eau des quatre aquariums d'*Oreochromis niloticus* se situe entre 24,79 ±2,50 °C et 26,41 ±2,81°C. Ces valeurs respectent les limites de tolérance retenues pour cette étude. Le gradient décroissant de ce paramètre s'affiche: **ATM >ATF >AFF >AFM.**

Le pH des eaux varie entre 7,87± 0,20 et 8,14± 0,16, ces valeurs obtenues se trouvent dans l'intervalle recommandé pour la croissance de Tilapia du Nil. Le gradient décroissant du pH est comme suit: **AFM >AFF> ATF> ATM.**

Pour la conductivité électrique enregistrée, elle est comprise entre 1101,11±304,73 et 1339,44±535,47µS/cm. Ces valeurs sont en conformité avec les normes recommandées. Le gradient décroissant de paramètre s'affiche comme suit : **ATM >AFM >AFF> ATF.**

Concernant la salinité au niveau de nos aquariums, celle-ci varie entre 0,54±0,15 et 0,66 ±0,28g/l, ces valeurs enregistrées sont conformes par rapport aux normes de croissance d'*Oreochromis niloticus*. Le gradient décroissant de la salinité se présente comme suit: **ATM>AFM>AFF>AFT.**

L'oxygène dissous au niveau de cette étude fluctue entre 1,50±0,00 et 1,59±0,00mg/l, ces teneurs restent très inferieures par rapport aux normes retenues par plusieurs auteurs pour

une bonne croissance de Tilapia du Nil. Le gradient décroissant obtenu se présente comme suit: **ATM >ATF >AFF >AFM.**

Statistiquement parlant, ces résultats ont montré qu'il y a une différence significative entre le pH par rapport à la qualité d'aliment c'est à dire que le pH dans les aquariums alimentées par l'aliment de la ferme diffère significativement de celui dans les aquariums alimentées par l'aliment testé. D'une autre part, il n'y a pas de différence significative en ce qui concerne la température, la salinité et la conductivité entre les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment. Cependant il y a une différence significative en ce qui concerne l'oxygène dissous entre les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment.

Les résultats obtenus concernant la croissance, montrent que le poids total des poissons au niveau des quatre aquariums varie entre 62,81±10,86 et 130,09±44,19g. Le gradient décroissant peut être présenté comme suit: **AFM>ATM>AFF>ATF.**

Pour la taille moyenne des poissons, elle est comprise entre 8,79±0,78 et 11,38±1,73cm. Le gradient décroissant s'affiche: **AFM >ATM > AFF > ATF.**

En ce qui concerne la quantité d'aliment distribuée aux poissons, celle-ci fluctue entre 3±0,38 et 6,02±1,82g. Le gradient décroissant obtenu est: **AFM>ATM>AFF>ATF.**

les résultats des paramètres zootechnique, montrent que le gain de poids de poissons au niveau des quatre aquariums varie entre 5,13g et 26,44g.Le gradient décroissant s'affiche: **AFM >AFF > ATM > ATF**.

Pour le gain de poids quotidien, il est comprise entre 0,07g et 0,34g.Le gradient décroissant obtenu se présente comme suit: **AFM >AFF >ATM >ATF.**

En ce qui concerne le taux de croissance spécifique des poissons au niveau des quatre aquariums, celle-ci fluctue entre 0,46% et 1,33% .Le gradient décroissant obtenu est: **AFM>AFF>ATM>ATF**.

Le poids initial des poissons au niveau des quatre aquariums varie entre 11,8g **et** 15,6g Le gradient décroissant peut être présenté comme suit: **ATM>AFM>AFF>ATF**.

Pour le poids moyen final des poissons, il est compris entre16,93g et 41,04g. Le gradient décroissant obtenu se présente comme suit: **AFM >AFF >ATM >ATF**.

Durant cette étude aucune mortalité n'a été enregistrée, donc les poissons peuvent survivre avec l'aliment testé et présente une bonne croissance si les conditions sont optimales.

Les résultats statistiques montrent qu'il y a une différence significative entre l'évolution des poids des poissons nourris par l'aliment de la ferme et ceux nourris par l'aliment fabriqué ou testé. Par ailleurs il n'y a pas de différence significative entre l'évolution des tailles des poissons nourris par l'aliment de la ferme et ceux nourris par l'aliment fabriqué (aliment testé).

En outre, les résultats statistiques ont fait ressortir qu'il n'y a pas de différence significative entre les quantités d'aliments dans les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment.

Les résultats de la corrélation montrent qu'il y a une très forte corrélation positive et significative entre l'évolution du poids, la taille des poissons et la quantité d'aliments (donc il existe une très forte relation linéaire positive et significative entre l'évolution les poids, la taille des poissons et la quantité d'aliments). Ainsi qu'il y a une corrélation significative entre l'évolution des poids et le sexe (la taille des mâles est plus importante que celle des femelles).

Pour terminer ce travail, si on peut se permettre une autre comparaison celle-ci serait concernant le prix de l'aliment (cout de revient ou d'investissement). Au fait, la préparation de l'aliment testé revient à 60DA/Kg par rapport à l'achat de l'aliment utilisé dans la ferme estimé actuellement (durant cette étude) à 180-250DA.

Enfin nous suggérons quelques recommandations pour la ferme ainsi que pour améliorer cette étude à travers des études ultérieures:

- ✓ Contrôler les conditions physicochimiques des eaux d'élevage (température, pH, conductivité, salinité, oxygène dissous, ammoniac etc.), afin que des changements rapides puissent être effectués en cas de changements anormaux de la qualité de l'eau.
- ✓ Essayer de tester l'effet de cet aliment sur d'autres stades de vie d'*Oreochromis niloticus* (alevins moins de 3mois, et plus de 6mois).
- ✓ Incorporer d'autres sources protéiques végétales telles que la luzerne, Soja et les algues comme *Ulva rigida*, ou des sources protéiques animales telles que : artémia, la carpe….etc, dans les aliments des poissons, en favorisant l'algoculture qui ont un bon rendement protéique, et qui peuvent être des objets d'investissaient pour le pays.

- ✓ Equilibrer les aliments en éléments nutritifs de façon à satisfaire les besoins de l'espèce élevée.
- ✓ Réduire la consommation des farines d'origines animales telles que la farine des poissons. Il en résulte une baisse du prix des aliments artificiels et du cout d'investissement.
- ✓ Effectuer l'expérience sur une durée plus longue tout en essayant d'autres protocoles d'alimentation (nombre de repas/jour, utiliser 7% au lieu de 5% comme ratio journalière calculée à partir de la biomasse du poisson,…)
- ✓ Favoriser un élevage monosexe notamment des males vu les résultats de cette étude par ce que ils sont mieux rentables.
- ✓ Approfondir cette étude par des analyses biochimiques sur l'aliment et la chair du poisson.
- ✓ Utiliser d'autres indices de croissance.

Références Bibliographique :

- **ADB (Asian Development Bank) (2005)**. An Impact Evaluation of the Development of Genetically Improved Farmed Tilapia. Asian Development Bank: Mandaluyong.
  Adebo GM et Alfred SDY. (2008). Economic analysis of contribution of tilapia production and marketing to gender empowerment in Ondo and Ekiti States, Nigeria. In: 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Cairo ; 657– 664.
- **Adjanke A., 2011**. Production d'alevins et gestion de ferme piscicole. Coordination togolaise des organisations paysanes et de producteurs agricoles. 39p.
- **Adjanke, A. (2011).** Consultant en zootechnie et aquaculture. Production d'alevins et gestion de ferme piscicole. c.t.o.p coordination togolaise des organisations paysannes et de producteurs agricoles. P 32.
- **Ait Hamouda, I. (2005)**. Contribution à l'étude de l'inversion sexuelle chez une espèce de poisson d'eau douce: Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Mémoire d'Ingéniorat. ISMAL, Alger.*P 1*.
- **Al Dilaimi, A. (2009).** Détermination de la ration lipidique alimentaire optimale chez les alevins du tilapia du Nil (Oreochromis niloticus). Université d'Oran. P 52.
- **Alami-Durante H., Médale F., Cluzeaud M., Kaushik S.J., 2010.** Skeletal muscle growth dynamics and expression of related genes in white and red muscles of rainbow trout fed diets with graded levels of a mixture of plant protein sources as substitutes for fishmeal. Aquaculture, 303, 50-58.
- **Alcántar-Vázquez J P., Santos-Santos C., Moreno-de la Torre R. y C. Antonio-Estrada., 2014.** Manual para la Producción de supermachos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). UNPA-PIFI, Oaxaca. México. 81 p.
- **Alcántar-Vázquez J P., Santos-Santos C., Moreno-de la Torre R. y C. Antonio-Estrada., 2014.** Manual para la Producción de supermachos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). UNPA-PIFI, Oaxaca. México. 81 p.
- **Alcántar-Vázquez J P., Santos-Santos C., Moreno-de la Torre R. y C. Antonio-Estrada., 2014.** Manual para la Producción de supermachos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). UNPA-PIFI, Oaxaca. México. 81 p.
- **Appler H.N. and Jauncey K., 1983 –** The utilization of a filamentous green alga (*Cladophora glomerata* (L) Kutzin) as a protein source in pelleted feeds for *Sarotherodon* (Tilapia) *niloticus* fingerlings. *Aquaculture, 30,* 21–30.

- **ARRIGNON J. (1998) :** Aménagement picicole des eaux douce. Edit Lavoisier, Paris, 589 p.
- **Arrignon, J., (1996).** L'élevage de *Tilapia mossambica* comme animal de laboratoire. Verh. Int. Ver. Theor. Angew Limod. 17, 650–661.
- **Avit J-BLF, Bony KY, Kouassi NC, Konan KF, Assemian O,** Allouko JR. 2012. Conditions écologiques de production de fingerlings de Oreochromisniloticus(Linné,1758) en association avec le riz WITA 12 en étang. Journal of AppliedBiosciences, 59: 4271–4285. http:/ (PDF) Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains Oreochromis.
- **Azaza M.S., Mensi F., Ab Dhraief mouleh A., Kraïem M.M., 2005.** Elaboration d'aliments secs pour le Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud Tunisien. Bull.Inst. Scien. Tech. Mer de Salammbô, vol. 32, 8 p.
- **Azaza, M. S. (2009).** *Optimisation de l'élevage intensif du Tilapia de Nil Oreochromis niloticus (L., 1785), dans les eaux géothermales de Sud Tunisien : Effet de l'alimentation et de la température sur les performances de croissance*. Thèse de l'Univ.Tunis.Fac.Sci. Tunis, 364p.
- **Azaza, Mohamed Salah, Mensi, F., et M.M, K., 2006**. Grossissement du Tilapia tunisien et en cages flottantes dans la retenue du barrage de sidi saâd (centre de la Tunisie). Communication à la 8ème Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française (CILEF 2006). (Consulté 9 août 2017) [En ligne] https://www.researchgate.net/publication/260262892_Grossissement_du_Tilapia_du_Nil_Oreochromis_niloticus_L_1758_en_bassins_dans_les_eaux_geothermales_du_sud_tunisien_et_en_cages_flottantes_dans_la_retenue_du_barrage_de_sidi_saad_centre_de_la_Tunisie_C.
- **Bailly, N. (2009)**. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). In: Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2017). FishBase. World Register of Marine Species. À l'adresse: http://www.fishbase.us/summary/Oreochromis-niloticus.html.
- **BALARIN J.D. et HATTON J.D. (1979):** Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University, 174 p.
- **Bamba Y, Doumbia L, Ouattara S, Ouattara A, Da Costa KS, Gourene G., 2015**. Effet de l‟incorporation de sous-produits de cacao et d‟arachide dans l‟alimentation du tilapia (Oreochromis niloticus L.) élevé en bassin. Afrique Science, 11(5).

http://www.afriquescience.info/document.php?id=5235 *(PDF) Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) et SarotherodonmelanotheronRüppell, 1852 : une revue*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologques_et_zootechniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue [accessed Sep 10 2018].

- **BARNABE. G, (1991),** Base biologique et écologique de l'aquaculture 1991 .
- **Barrows yama D. et Hunter B., 2000.** A review of the Asian aquafeed industry, pp.36-38. International Aquafeed Directory et Buyers Guide 2001. Turret RAI plc, Uxbridge, UK.
- **Barrows, F.T. et Hardy, R.W., 2000**. Feed manufacturing technology, pp.354-359. In: Stickney, R.R. (Editor), Enclyclopedia of Aquaculture, John Wiley et Sons Inc., New York, 1063p.
- **Barry., 2013.** L"organisation actuelle de la gestion des poissons migrateurs.
- **Barry., 2013.** L"organisation actuelle de la gestion des poissons migrateurs.
- **Basurco B, 2001**. MEDETERRANEAN AQUACULTURE: MARINE FISH FARMING DEVELOPEMENT, International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies Institute of Zaragoza, series B n30 , Spain ,edition CIHEAM, 215P.
- **Belhadi M. et Rachedi L., 2007.** Situation actuelle de l'aquaculture en Algérie. *Mémoire d'ingénieur*. ENSSMAL., 65 p.
- **Benabdellah M.N., 2011**. Etude expérimentale sur l'activité des enzymes digestives (trypsine et chymotrypsine) chez les alevins du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) en relation avec la qualité du régime alimentaire protéique distribué. Mémoire Magister : Gestion des Ressources Aquatiques. Université d'Oran. 78p.
- **Benammar I. (2017).** Suivie de la croissance du loup de mer et la dorade d'élevage (cas de la ferme aquacole d'Ain Türk. Wilaya d'Oran. Mémoire de Master. Université de Tlemcen , 16- 17p.

- **Benidiri R**.., **2017.** Création d'un projet piscicole. Mem. Mas. Génie électrique et electronique. Univtlemcen 79p.
- **Ble MC, Otchoumou KA, Alla YL, Kaushik S. 2011**. Utilisation des farines végétales dans l"alimentation des poissons d'elevage en milieu tropical. Fiches

Techniques et Documents de Vulgarisation, 11: 7–11. http://hdl.handle.net/1834/5797(PDF) *Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) et SarotherodonmelanotheronRüppell, 1852 : une revue*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologiques_et_zootechniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue [accessed Sep 10 2018].

- **Bourgeois Bach, S. (2005).** Culture et utilisation de luzerne. Proconseil. Moudon. Association pour le développement de la culture fourragère. Domaine de changins.
- **Bouroubi H. et Zeghimi M. L. (2004) -** Etude de l'adaptation à la salinité d'un poisson d'eau douce : *Oreochromis niloticus* (Pisces, cichlidae). *Mémoire Ing. d'état, U.S.T.H.B. (Alger) :* 42 p.
- **Boutouchent R., 2002.** Perspectives de développement du Tilapia en Algérie. Paris.
- **Bouzid, N. et Farah, S. (2004).** Impact du PbO sur la croissance et maturité sexuelle de Tilapia : *Oreochromis niloticus*. *Mémoire Ing. d'état, I.S.M.A.L. (Alger).* 51 p.
- **Bruslé J. et Quignard J P., 2004.** Les poissons et leur environnement. Éditions Tec et Doc, Lavoisier, Paris.1522p.
- **Cavalheiro J.M.O., Oliveira E.S. and Pushkar S.B., 2006 -** Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) feed. *Bioresource Technology*, *98*, 602-606.
- **Chaabena, A. (2001)**. Situation des cultures fourragères dans le sud–est septentrionale du Sahara algérien et caractérisation de quelques variétés introduites et population sahariennes de la luzerne cultivée, thèse de Magis. Agro. INA EL Harrach, 141 p.
- **Chaabena, A. et Abdelguerfi, A. (1999)**, de 08 au 10-11-1999. Résumé de séminaire, Qu'en est-il de la production fourragère dans l'agriculture saharienne?. Centre universitaire d'Ouargla. 1p.
- **Chaabena, A., Abdelguerfi, A., Eddoud, A., Chehma, A., Babahani, S., Bradai, L., Benamor, H., Souta, H., Rahmani, A., Benhia, A., Bouziani, I., Maamri, K., Touati, R., Trabelsi, H., et Achour, L. (2006)**. Séminaire sur la diversité des fabacées fourragères et leurs symbiotes : Application biotechniques, agronomiques et environnementales. 19 à 22-02-2006. Alger. 5 p.
- **Chaibi R., (2013).** Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara septentrional avec sa mise en valeur. Thèse de Doctorat

sciences en Biologie. Université de Biskra. Algérie. Azaza, M. S., Dhraïef, M. N. & Kraïem, M. N., 2008. Effects of water température on growth and sex ratio of juvenile Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linneaus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal ofthermal biology*, 33 : 98-105.

- **Cherif I et Djoumakh F. (2015).** Contribution à létude de la valeur alimentaire de l'espèce Tilapia du Nil «*Oreochromis niloticus* ». Mémoire d'Ingéniorat. ENSSMAL, Alger.
- **Childers, W.R., (2008)**. Encyclopédie Canadienne. (http://www.thecanadianencyclopedia.com).
- **CIHEAM,2008 Options Méditerranéennes** Situation actuelle de l'aquaculture méditerranéenne et nécessité d'une planification sectorielle vers un développement durable », Ph., FERLIN – INRA.
- **CNRDPA. (2017)**. Données sur le tilapia du Nil en Algérie.
- **Collins S.A., Overland M., Skrede A., Drew M.D., 2013**. Effect of plant protein sources on growth rate in salmonids: Meta-analysis of dietary inclusion of soybean, pea and canola/ rapeseed meals and protein concentrates. Aquaculture, 400, 85-100.
- **Daniel, J. R.; Whistler, R. L.; Harald, R.; Elvers, B., 2007.**Starch. In: Ullmann'sEncyclopedia of Industrial Chemistry, John Wiley & Sons
- **Davies S.J., Mc connell S. and Bateson R.I., 1990 –**Potential of rapeseed meal as an alternative protein source in complete diets for Tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters). *Aquaculture, 87,* 145–154.
- **Dergal, N. B. (2015)**. *Evaluation des systèmes de management de la sécurité et de la qualité de l'aquaculture du tilapia du Nil « Oreochromis niloticus » dans l'Ouest algérien.* Université d'Oran, Oran. Récupéré de http://orbi.ulg.be/handle/2268/181667.
- **DGPA, 2018.** Pêche et aquaculture en Algérie, situation et enjeux économiques. Séminaire organisé dans le cadre du projet du ministère de l'agriculture et de développement rurale et de la pêche sur la planification du développement de l'aquaculture (Tunisie, Octobre 2018).
- **DiMaggio M.A., Ohs C.L., Broach J.S. et Sink T.D., 2014**. Effects of stocking density on growth, survival, and stress physiology of pigfish. N. Am. J. Aquac. 76, 201–210.
- **Dupont-Nivet M., Médale F., Leonard J., Le Guillou S., Tiquet F., Quillet E., Geurden - I., 2009.** Evidence of genotype-diet interactions in the response of rainbow

trout (*Oncorhynchus mykiss*) clones to a diet with or without fishmeal at early growth. Aquaculture, 295, 15-21.

- **Echikh et Karali, 2004.** L'aquaculture en Algérie mémoire. (ISMAL : Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral).
- **El-Sayed, A.-F.M., 2006.** Tilapia culture. Cab International Publishing, London, UK. 294p.
- **Enkoro, S. P. (2006)**. *Evolution des caracteristiques organoleptiques, microbiologiques et chimiques des filets de soles langues tropicales frais exportes*. Université CHEIKH ANTA DIOP.
- **Falaye A.E. and Jauncey K., 1999 –** Acceptability and digestibility by Tilapia *Oreochromis niloticus* of feeds containing cocoa husk. *Aquaculture Nutrition, 5*, 157-161.
- **Fanda Ngandeu J. P., 2012.** Effet du type d'aliment sur la croissance *Oreochromis niloticus.* Rapport rédigé et soutenu en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de Travaux Halieute. 45p.
- **FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2014).** The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO: Rome.
- **FAO, 2009**. Étude sur l'aquaculture en cage: la mer Méditerranée, Francesco Cardia Consultant en aquaculture, Via A Fabretti 8, 00161 Rome, Italie Alessandro Lovatelli Département des pêches et de l'aquaculture, FAO, 00153 Rome, Italie.
- **FAO, 2018**. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 253p.
- **FAO. (2006)** Publications related to aquaculture formation Algeria. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_algeria/fr.
- **FAO. (2010).** World aquaculture 2010. À l'adresse : www.fao.org/docrep/014/ba0132e/ba0132e.pdf.
- **FAO. (2010).** World aquaculture 2010. À l'adresse : www.fao.org/docrep/014/ba0132e/ba0132e.pdf.
- **FAO. (2017b).** FAO: Tilapia du Nil - Accueil. Consulté 28 juillet 2017, à l'adresse http://www.fao.org/fishery/affris/profil-des-especes/nile-tilapia/tilapia-du-nil-accueil/fr/.

- **FAO. (2018).** Fisheries & Aquaculture - Cultured aquatic species fact sheets – *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). à l'adresse: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/fr.
- **FAO., 2016.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. *Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous*. Rome. 224 p.
- **Fasakin E.A., Serwata R.D. and Davies S.J., 2005 –**Comparative utilization of rended animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid Tilapia(*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture*, 249, 329-338.
- **Fiogbé ED, Akitikpa B, and Accodji JMM, 2009.** Essais de mise au point Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (Azollamicrophylla kaulf) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia Oreochromis niloticus L.," Int. J. Biol. Chem. Sci., vol. 3, no. 2, 398-405. http://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/viewFile/44511/28016.
- **Froese, R. et Pauly, D. (2017)**. *Oreochromis niloticus summary page*. *FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (02/2017)*. Récupéré le 5 avril 2017 de http://www.fishbase.us/summary/Oreochromis-niloticus.html.
- **GAYE-SIESSEGGER J., FOCKENA U., ABEL, BECKER H. J. K., 2005**. Improving estimates of trophic shift in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), using measurements of lipogenic enzyme activities in the liver. *Comparative Biochemistry and Physiology, 140*, 117– 124.
- **Geren H, Kavut YT, AltınbaşM ., 2015.**Effect of different row spacings on the grain yield and some yield characteristics of quinoa(ChenopodiumquinoaWilld.) under Bornovaecological conditions. Journal of Ege University Faculty of Agriculture, 52(1): 69-78.
- **Gómez-Requeni P., Mingarro M., Calduch-Giner J.A., Médale F., Martin S.A.M., Houlihan D.F., Kaushik S., Pérez-Sánchez J., 200**4. Protein growth performance, amino acid utilisation and somatotropic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 232, 493-510.
- **Gourène G., Kobena K. B. & Vanga A. F, 2002.** Etude de la rentabilité des fermes piscicoles dans la région du moyen Comoé. Abidjan, Côte d'Ivoire, Université Abobo-Adjamé : Rapport Technique. 41 pp.

- **Groga N., 2012.** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Univ-Toulouse .224P.
- **Guerrida, H. (2017).** Etude de situation d'aquaculture dans le sud – est en Algérie .*Mémoire* de Master. Université Kasdi Merbah, Ouargla.
- **Guillaume J, Kaushik S, BergotP, Metailler R., 1999**.- Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Paris (France): INRA.
- **Halver J.E., 1976**. Formulating pratical diets for fish. Journal of fisheries research. Board Can. 33, 1032-1039.
- **Hasan, M. R. etHalwart, M. 2009.**Fish and feed inputs for aquaculture.Practices, sustainability and implications.
- **HAYLOR G., YOUNG J. A., MUIR J. F., SCOTT D.C.B., 1994.** Commercial Aquaculture in Africa. CDC, London, 105 p.
- **Hernandez C, Sarmiento-Pardo J, Gonzalez- Rodrigez B, Isabel AP. 2004.** Replacement of fish meal with coextruded wet tuna viscera and corn meal in diets for white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone), *Aquaculture Research,* **35**(12): 1153-1157.
- **Huchette SMH, Beveridge MCM. 2003**. Technical and economical evaluation of periphyton-based cage culture of tilapia (Oreochromis niloticus) in tropical *(PDF) Caractéristiquesbiologiques et zootechniques des tilapias africainsOreochromisniloticus (Linnaeus, 1758) et SarotherodonmelanotheronRüppell, 1852 : une revue*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologques_et_zootechniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue [accessed Sep 10 2018].
- **Institut Technique des Céréales et Fourrages. (1988)**. Luzerne, étude agrice. Ed. ITCF. France. 6p.
- **Ipungu L, Ngoy K, Banze K, Lumfwa K, Kafund M. 2015.** L''étude de la croissance de Oreochromis niloticus par la fertilisation des étangs : Le cas de la ferme Naviundu Lubumbashi. Journal of Applied Biosciences, 91: 8503–8510. http://dx.doi.org/10.4314/jab.v91i1.3 *(PDF) Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) et SarotherodonmelanotheronRüppell, 1852 : une revue*. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologiques_et_zootechniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue [accessed Sep 11 2018].

- **Jackson A.J., Copper B.S. and Matty A.J., 1982 -** Evaluation of some plant proteins in complete diets for the Tilapia *Sarotherodon mossambicus. Aquaculture, 27*, 97 – 109.
- **Kenan E, Chris GC. 2005.** Fish meal replacement by plant and animal byproducts in diets for the Australian shortfinned eel, *Anguilla australis australis* (Richardson), *Aquaculture Research*, **36**(5): 445-454.
- **Kestemont, P., Micha, J., et Falter, U. 1989.** Les méthodes de production d‟alevins de Tilapia Nilotica, programme de mise en valeur et la coordination de l‟aquaculture.
- **Koné T et Teugels GG. (1999).** Données sur la reproduction d'un tilapia estuarien (*Sarotherodon melanotheron*) isolé dans un lac de barrage Ouest-Africain.
- **Köprücü K., & Özdemir Y**., **2005**. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture 250 : 308 – 316.
- **Lacroix E. 2004**. Pisciculture en Zone Tropicale. GTZ & GFA Terra Systems: Hamburg.
- **Lacroix E., 2004**. Pisciculture en Zone Tropicale. GFA Terra Systems, Allamagne.223p.
- **Laurent D**., https://www.1max2peche.com/mulet-muge-poisson/, 4 juillet 2017.
- **Lazard J ; Legendre M. (1996).** La reproduction spontanée du tilapia: Une chance ou un handicap pour le développement de l'aquaculture Africaine ? In: Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture, ICLARM (ed). Jakarta; 82– 98.
- **Lazard J. 2009**. La pisciculture des tilapias. Cahiers Agricultures, 18(2-3): 393–401.http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=21713651.
- **Lazard j**., le développement durable de l'aquaculture, l'Académie d'Agriculture de France, 2005.
- **Le Boucher R., Dupont-Nivet M., Laureau S., Labbé L., Geurden I., Médale F., Chatain B., Vandeputte M., Quillet E., 2013.** Amélioration génétique et utilisation des aliments à base de végétaux en pisciculture. INRA Prod. Anim., 26, 4, 317-326.
- **Le Boucher R., Dupont-Nivet M., Vandeputte M., Kerneïs T., Goardon L., Labbé L., Chatain B., Médale F., Quillet E., 2012.** Selection for adaptation to dietary shifts: towards sustainable breeding of carnivorous fish. Plos One, 7, e44898.

- **Le Boucher R., Vandeputte M., Dupont- Nivet M., Quillet E., Ruelle F., Vergnet A., Kaushik S., Allamellou J. M., Médale F., Chatain B., 2013.** Genotype by diet interactions in European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*): Nutritional challenge with totally plant-based diets. J. Anim. Sci., 91, 44-56.
- **Leduc, F. (2011)**. *Evaluation de la qualité des poisons frais par des approches chimiques*. Université de Lille.
- **Leveque C, Quensiere J. 1988**. Les peuplements Ichtyologiques des lacs peu profonds ; 303-324. In Biologie et Ecologie des Poissons d‟‟Eau Douce Africains, LEVEQUE C, Bruton MN, Scentongo GW (eds). Edition de l‟‟ORSTOM; 508p.
- **Liebert F. and Portz L., 2005 –** Nutrient utilization of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* fed plant based low phosphorus diets supplemented with graded levels of different sources of microbial phytase. *Aquaculture, 248,* 111 – 119.
- **Lim, C., 1989.** Practical Feeding - Tilapias. In: Lovell, T. (Ed.), Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, Inc., New York. p163-183.
- **Liu W.**, **Wen H. et Luo Z. 2018.** Effect of dietary protein levels and feeding rates on the growth and health status of juvenile genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquacult Int 26:153–167.
- **Long, M., Wang, W., Zhang, J. 1999.**Origin of new genes and source for N-terminal domain of the chimerical gene, jingwei, in Drosophila. Gene 238(1): 135--141.
- **Lovell, T., 1995**. Opportunities in aquaculture nutrition: Practical considerations in making tilapia feeds. Feed Management 46: 13-22.
- **Luquet P. et Moreau Y., 1989**. Energy-protein management by some warmwater finfishes. In advances in Tropical Aquaculture, Tahiti, Feb 20 to March 4, 1989, Aquacop. IFREMER. Actes de colloque 9: 751-755.
- **MAATAR. A ; BOUHAIN. Y, (2004),** L'aquaculture en Algérie situation et perspectives, étude du lac EL MELLAH, mémoire de p 140.
- **MADRP., 2016.** Données statistiques de la direction du développement de l'aquaculture,Alger.
- **Makkar H.P.S**. **1993 .**Antinutritional factors in foods for livestock.
- **March., 1999.** Tilapia Life History and Biology. SRAC Publication No. 283p.
- **Marie R., 2014.** D´eveloppement d‟‟hydrolysats pour l‟‟alimentation des animaux d‟‟aquaculture : caract´erisationmol´eculaire et fonctionnelle. Mémoire de DoctoratUniversité de Caen Basse-Normandie.

- **MARRA J., 2005.** When will we tame the oceans ? *Nature, 436*, 175-176.
- **Mauriès, M. (1994)**. La luzerne aujourd'hui. Editions France Agricole. Paris. 254 p.
- **Mauriès, M. (2003)**. Luzerne culture, récolte, conservation, utilisation. Ed. France Agricole. 239 p.
- **Mbahinzireki B.B., Dabrowski K., Lee K.J., El-Saidy D. and Wisner E.R., 2001** - Growth, feed utilization and body composition of Tilapia (*Oreochromis sp*.) fed cottonseed meal-based diets in a recirculating system. *Aquaculture Nutrition, 7*, 189-200.
- **Médale F., R. LE Boucher, M. Dupont-Nivet, E. Quillet, J. Aubin, Panserat, 2013.** Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage, " INRA Prod. Anim., 26 (4), 303-316.
- **Médale, F. (2005)**. *Caractéristiques nutritionnelles des poissons et facteurs de variations.Aquaculture*.
- **Médale, F. (2010)**. *Pratiques d'élevage et qualité nutritionnelle des lipides des poissons.*
- **Médale., F. et S. Kaushik., 2009.**"Protein sources in feed for farmed fish." Cahiers Agricultures 18 (2/3): 103-111.
- **Mélard C, Philippart JC., 1980.**Pisciculture intensive de O. niloticus dans les affluents thermiques d"une centrale nucléaire en Belgique. Doc. E/11.
- **Mélard C., 1999**. Choix des Sites, Qualité de l"Eau et Systèmes d"Elevage en Aquaculture. CEFRA. Université de Liège, Station d"Aquaculture de Tihange, 80p.
- **Middleton T.F., Ferket P.R., Boyd L.C., Daniels H.V. and Gallaghen M.L., 2001** - An evaluation of co-extruded poultry silage and culled jewel sweet potatoes as a feed ingredient for hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*). *Aquaculture, 198*, 269 – 280.
- **Mikolasek O, Khuyen TD, Medoc JM, Porphyre V. 2009.** L"intensification écologique d"un modèle de pisciculture intégrée: Recycler les effluents d"élevages porcins de la province de ThaiBinh (Nord Vietnam). Cahiers Agricultures, 18(2-3): 235–241.
- **MOREAU J., 1979** - Biologie et évolution des peuplements de Cichlides introduits dans les lacs malgaches d'altitude. Thèse de Doctorat d'Etat n°38, Institut Polytechnique de Toulouse : 301 p.

- **MPRH ((M**inistère de la **P**êche et des **R**essources **H**alieutiques), Schéma Directeur de Développement des Activités de la Pêche et l'Aquaculture, Horizon 2025, 2006.
- **MPRH**, HORIZON SCHÉMA DIRECTEUR DE DÉVELOPPEMENT DES ACTIVITÉS DE LA PÊCHE ET DE L'AQUACULTURE, 2008.
- **NRC (National Research Council), 2011.** Nutrient requirements of fish and shrimp. Animal Nutrition Series. National Academy Press, Washington DC., 346p.
- **O'Connor TP, Roebuck BD, Peterson F. andCampbellTC., 1985.** Effect of dietary intake of fish oil and fish protein on the development of L-azaserine-induced preneoplastic lesions in the rat pancreas. J. Nat Cancer Inst.75:959-62.
- **Oliva-Teles, A., Enes, P., Peres, H., 2015.** replacingfishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish. Davis, D.A. (Ed.), Feed and Feeding Practices in Aquaculture. WoodheadPublishing, Oxford, pp. 203–233.
- **Olvera-Novoa M.A., Silvia Campos G., Mirna Sabido G. and Martinez Palacios C.A., 1990** - The use of alfalfa leaf protein concentrates as a protein source in diets for Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture, 90*, 291–302.
- **ONS.** Office National des Statistiques. Décembre 2018.
- **Ouattara NI, Iftime A, Mester LE. 2009.** Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces): Oreochromisniloticus (Linnaeus, 1758) et Sarotherodon melanotheronRüppell, 1852 du lac de barrage d"Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). Travaux du muséum national d"histoire naturelle «GrigoreAntipa», LII: 313–324. https://www.researchgate.net/publication/242520866.
- **Ouedraogo S., 2000.** Biologie de reproduction du tilapia : Oreochromis niloticus du lac de barrage de la Comoé. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo- Dioulasso, Bobo-Dioulasso, p. 77.
- **Panfili J ; Mbow A; Durand J.D. Diop K. Diouf K ; Thior D; Ndiaye P; Laë R. (2004).** Influence of salinity on the life-history traits of the West African black-chinned tilapia (*Sarotherodon melanotheron*): Comparison between the Gambia and Saloum Estuaries. Aquatic Living Resources, 17(1): 65–74. DOI:10.1051/alr:2004002.
- **Panserat S., Kolditz C., Richard N., Plagnes- Juan E., Piumi F., Esquerré D., Médale F., Corraze G., Kaushik S., 2008.** Hepatic gene expression profiles in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed fish meal or fish oil free diets. Br. J. Nutr., 100, 953-967.

- **Petit J, 1999**. Environnement et aquaculture. Aspects techniques et économiques tome1. Edit QUAE 1264P.
- **PhilipartJ.Cl., Mélard C. et Ruwet J.C., 1979.** La pisciculture dans les effluents à la centrale nucleaire de Tihange sur la Meuse. In : Calembert V. (Ed). Problématique et gestion des eaux intérieures, Liège. 779-791.
- **Philippart ,J. C. & Ruwet ,J .(1982) .**Ecology and distribution of tilapias .In: The biology and culture of tilapia (Pulline t Lowe Mc Connel l ,Eds.).ICLARM Conférence Proceedings,7,15-59.
- **Pouomogne V., Takam G. and Pouomogne J.B., 1997-** A preliminary evaluation of cacao husks in practical diets for juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture, 156,* 211–219.
- **Quezel, P. et Santa, S. (1962)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I. Ed. CNRS. Paris. 566 p.
- **Regost, C. (2001)**. *Effets des lipides sur la qualité nutritionnelle, physique et organoleptique de la chair de la truite fario (Salmo trutta) et du turbot (Psetta maxima)*. Université de Rennes.
- **Richter N., Siddhuraju P. and Becker K., 2003 -** Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture, 217,* 599 – 611.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N., et coll., 2009.** Analyse de l'eau. 9éme édition. Paris Dunod. 1526 p.
- **Rodriguez-Serna M., Olvera-Nova M.A. and Carmona-Osalde C., 1996 –** Nutritional value of animal by-product meal in practical diets for Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fry. *Aquaculture Research, 27,* 67-73.
- **Rojas J.B.U. and Verreth J.A.J., 2003 -** Growth of *Oreochromis aureus* fed with diets containing graded levels of coffee pulp and reared in two culture systems. *Aquaculture 217,* 275–283.
- **Rondan M, Hernandez DM, Egea A, Garcia B, Jover M, Rueda FM, Martinez JF. 2004.** Effects of fishmeal replacement with soybean meal as protein source, and protein replacement with carbohydrates as an alternative energy source on sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo*, and fatty acid profile, *Aquaculture Research*, **35**(13): 1220- 1227.

- **Ross, L.G. (2000).** Environmental physiology and energetics. In: M. C. M. Beveridge and B.J. McAndrew (*eds*.) Tilapias: Biology and Exploitation, Fish and Fish-eries Series 25, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. pp 89–128.
- **Sadiku S.O.E. and Jauncey K., 1995 -** Soybean flourpoultry meat meal blends as dietary protein source in practical diets of *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Asian Fish. Sci. 8*, 159 – 168.
- **Schoutteten, F. (2004)**. La luzerne. Fiche Technique. *Agro-industrie*. Chapagne-Ardenne.5p. *(http://nutrition- luzerne. Org).*
- **SES (Situation Economique et Sociale du Sénégal), 2016.** Division de la documentation, de la diffusion et des Relations avec les Usages. ISSN 085061491. 239 p.
- **Siddhuraju P. et K. Becker. 2003.** Comparative nutritional evolution of differentially processed *mucuna* seeds (*Mucuna pruriens* (L.) DC. *Var. utilis (Wall ex Wight)* (Baker ex Burck) on growth performance, feed utilization and body composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquacult. Resear. 34 : 487 - 500.
- **Silva-Garcia A.J., 1996.** Growth of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) reared under different photoperiod regimes. Isr. J. Aquacult.-Bamidgeh, 48, 84-93.
- **Slembrouck J., Cisse A., & Kerchuen N., 1991.** Etude préliminaire sur l'incorporation de liants dans un aliment composé pour poisson d'élevage en Côte d'Ivoire. *J. Ivoir. Océanol. Limnol*., CRO, Abidjan **1** (1): 17-22.
- **Smith K. et Lavis M. E., 1975.** Environmental influences on the temperature of a small upland stream. *Oikos*, 26 : 228-236.
- **Smith, B.J., Smith, S.A., Tengjaroenkul, B., Lawrence, T.A., 2000.** Gross morphology and topography of the adult intestinal tract of the tilapian fish, *Oreochromis niloticus* L. Cells Tissues Organs, 166(3), 294-303.
- **Suresh, V. (2003).** Tilapia. 321-345 *In* J S. Lucas and P. C . Southgate, eds. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. Blackwell Publishing, Oxford, UK:.
- **Suttie, J. M. (2004)**. Conservation du foin et de la paille pour les petits paysans et les pasteurs. Collection FAO. 97 p.
- **Tacon A.G.J. et Forster I.N., 2000.** Global trends and challenges to aquaculture and aquafeed development in the new millennium, pp.4-25. International Aquafeed Directory et Buyers Guide 2001, Turret RAI plc, Uxbridge, Middlesex, UK.

- **Tacon, A. G., Hasan, M. R. et Metian, M. (2011).**Demand and supply of feed ingredients for farmed sh and crustaceans : trends and prospects. FAO.
- **TACON, A.G.J., 2004.** Use of fish meal and fish oil in aquaculture : a global perspective. *Aquatic Resources, Culture and Development*, *1*, 3-14.
- **Tacon, A.G.J., Metian, M., Turchini, G.M., De Silva, S.S., 2009.** Responsible aquaculture and trophic level implications to global fish supply. Rev. Fish. Sci. 18, 94–105.
- **Tan Q., Song D., Chen X., Xie S. et Shu X., 2017.** Replacing fish meal with vegetable protein sources in feed for juvenile red swamp crayfish, *Procambarus clarkil* : Effects of amino acids suppmentation on growth and feed utilization. Aquacult Nutr. 24 : 858-864. https://doi.org/10.1111/anu.12621.
- **Tengjaroenkul, B., Smith, B.J., Caceci, T., Smith, S.A., 2000.** Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquacult., 182(3), 317-327.
- **Thabet R ., 2017.** Etude comparative de l'élevage du Tilapia du Nil *"Oreochromis niloticus"* entre les eaux douces et géothermales en Tunisie. Mémoire de master. Aquaculture. France : Agro Campus Ouest.61p.
- **Vilhelmsson O.T., Martin S.A.M., Médale F., Kaushik S.J., Houlihan D.F., 2004.** Dietary plant-protein substitution affects hepatic metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Br. J. Nutr., 92, 71-80.
- **Waligora, C. (2010)**. Introduire la luzerne de l'azote en quantités industrielles. *Technique Cultivar-mars*.p: 42-45.
- **Wang B.K., Liu W.B., Xu C., Cao X.F., Zhong X.Q., Shi H.J. et Li X.F., 2017.** Dietary carbohydrate levels and lipid sources modulate the growth performance, fatty acid profiles and intermediary metabolism of blunt snout breanm *Megalobrama amblycephala* in an interactive pattern. Aquaculture, 481, 140-153. https://doi.org /10.1016/j.aquaculture.
- **Welcomme, R.L. (1988).** International introduction of inland aquatic species. F.A.O. Fish techn. 318 pp.
- **Welker, T.L. etLim.C, 2011.**Use of probiotics in diets of tilapia.Journal of Aquaculture Research andDevelopment. S1:014. doi:10.4172/2155- 9546.S1-01, M., Azaza, M. S. & Kraiem, M.. (2010). Etude de la reproduction du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L.) en captivité dans les eaux géothermales du sud tunisien, **46**

Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, 37, 89-96. (PDF disponible sur http://www.instm.agrinet.tn/images/Bulltin/Bull.2010/11.pdf.

- **Yousif O.M., Alhadhrami G.A. and Pessarakli M., 1994 -** Evaluation of deshydrated alfalfa and salt bush (*Atriplex*) leaves in diets for Tilapia (*Oreochromis aureus* L.) *Aquaculture, 126*, 341–347.

Tableau 01

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Poids	Hypothèse de variances égales	,189	,667	2,158	34	**,038**	5,09389	2,36034	,29711	9,89067
	Hypothèse de variances inégales			2,158	32,470	,038	5,09389	2,36034	,28877	9,89901
Taille	Hypothèse de variances égales	1,450	,237	1,694	34	**,099**	,85444	,50432	-,17046	1,87935
	Hypothèse de variances inégales			1,694	32,127	,100	,85444	,50432	-,17267	1,88156

Tableau 02

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	T	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Ph	Hypothèse de variances égales	1,320	,259	3,639	34	**,001**	,20833	,05724	,09200	,32467
	Hypothèse de variances inégales			3,639	33,463	,001	,20833	,05724	,09193	,32474
Quantité_Aliments	Hypothèse de variances égales	,117	,735	1,743	30	**,092**	,99562	,57116	-,17084	2,16209
	Hypothèse de variances inégales			1,743	29,989	,092	,99562	,57116	-,17086	2,16211

Tableau 03

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Poids	Hypothèse de variances égales	,115	,736	4,044	34	**,000**	8,36278	2,06819	4,15971	12,56585
	Hypothèse de variances inégales			4,044	32,212	,000	8,36278	2,06819	4,15109	12,57446
Taille	Hypothèse de variances égales	,420	,521	4,000	34	**,000**	1,73222	,43308	,85209	2,61236
	Hypothèse de variances inégales			4,000	33,238	,000	1,73222	,43308	,85134	2,61310

Tableau 04

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances	Test-t pour égalité des moyennes							
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Ph	Hypothèse de variances égales	,568	,456	-,124	34	**,902**	-,00833	,06746	-,14544	,12877
	Hypothèse de variances inégales			-,124	32,424	,902	-,00833	,06746	-,14568	,12902
Quantité_Aliments	Hypothèse de variances égales	,255	,617	4,320	30	**,000**	2,03313	,47062	1,07199	2,99426
	Hypothèse de variances inégales			4,320	28,679	,000	2,03313	,47062	1,07013	2,99612
Température	Hypothèse de variances égales	,042	,839	,062	34	,951	,05556	,88907	-1,75125	1,86236
	Hypothèse de variances inégales			,062	33,914	**,951**	,05556	,88907	-1,75141	1,86252

Tableau 05

Corrélations

		Poids	Taille	Ph	Quantité_Aliments
Poids	Corrélation de Pearson	1	,929**	**-,164**	**1,000****
	Sig. (bilatérale)		,000	**,338**	**,000**
	N	36	36	36	32
Taille	Corrélation de Pearson	,929**	1	**-,163**	**,911****
	Sig. (bilatérale)	,000		**,343**	**,000**
	N	36	36	36	32
Ph	Corrélation de Pearson	-,164	-,163	1	-,034
	Sig. (bilatérale)	,338	,343		,854
	N	36	36	36	32
Quantité_Aliments	Corrélation de Pearson	1,000**	,911**	-,034	1
	Sig. (bilatérale)	,000	,000	,854	
	N	32	32	32	32

**. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Tableau 06

	Poids	Taille	Sexe	Qualité_Aliment	Température	Oxygène	Salinité	Conductivité
Poids	1,000	,926	**-,604**	-,324	,230	**-,560**	-,061	,122
	.	,000	**,000**	,054	,177	**,000**	,723	,480
	36	36	36	36	36	36	36	36
Taille	,926	1,000	**-,562**	-,278	,240	**-,500**	-,255	-,057
	,000	.	**,000**	,100	,158	**,002**	,134	,743
	36	36	36	36	36	36	36	36

Tableau 07

Variables introduites/supprimées[a]

Modèle	Variables introduites	Variables supprimées	Méthode
1	Quantité_Aliments	.	Pas à pas (critère : Probabilité de F pour introduire <= ,050, Probabilité de F pour éliminer >= ,100).

a. Variable dépendante : Poids

Tableau 08

Modèle	Variables introduites	Variables supprimées	Méthode
1	Quantité_Aliments	.	Pas à pas (critère : Probabilité de F pour introduire <=, 050, Probabilité de F pour éliminer >= ,100).
2	Salinité	.	Pas à pas (critère : Probabilité de F pour introduire <=, 050, Probabilité de F pour éliminer >= ,100).

a. Variable dépendante : Taille

- **Le matériel utilisé pour la préparation de l'aliment:**

-Tamis -Becher -Balance

-récipient -Moulinet



Figure 01: Matériels utilisé pour la préparation de l'aliment.

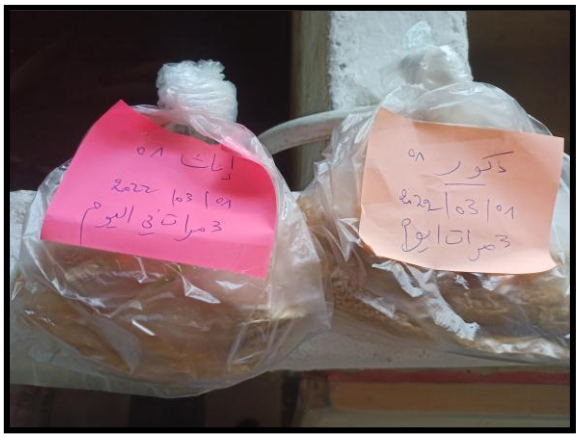


Figure 02:les sachets de l'aliment testé.

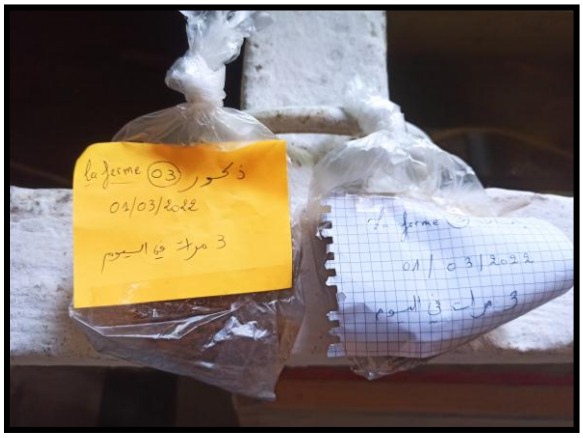


Figure 03:les sachets de l'aliment témoin.



Figure 04 : La luzerne.



Figure 05 : le semoule.



Figure 06 : le Maïs



Figure 07 : le son de blé.